

Tielaitos

Matti Turunen - Heikki Lappalainen

Lumitilat yleisillä teillä

Perusselvitys



**Tielaitoksen
selvityksiä
50/1991**

Tampere 1991

**Tampereen
tuotantotekninen
kehitysyksikkö**

**Tielaitoksen selvityksiä
50/1991**

Matti Turunen - Helkki Lappalainen

**Lumitilat yleisillä teillä
Perusselvitys**

Tielaitos

Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö

Tampere 1991

ISBN 951-47 5015-2
ISSN 0788-3722

Kangasalan Kirjapaino Oy
Kangasala 1991

Julkaisua saatavana:
Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö

Tielaitos
Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh.vaihde (90) 1541

Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
Kanslerinkatu 6
33720 TAMPERE
Puh.vaihde (931) 165190

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa esitetään menetelmä yleisten teiden lumitilan mitoittamiseksi ja annetaan suunnittelijoille herätteitä talvihoitoon vaikuttavista erityiskysymyksistä.

Tien esisuunnitteluvaiheessa päätetään mihin standardiin lumitilan suhteen pyritään. Epäonnistunut ratkaisu tuo kunnossapitäjälle ongelmia vuosikymmeniksi ja heikentää liikenneturvallisuutta.

Lumitilan laatua kuvattiin neljällä hyvyysluokalla:

- | | |
|-----------------------------|--|
| Hyvä lumitila: | Tilaan mahtuu kaikkina talvina tieltä aurattu lumi, eikä tilan kapeus rajoita aurausnopeutta. |
| Tyydyttävä lumitila: | Tilaan mahtuu kaikkina talvina tieltä aurattu lumi. Aurausnopeutta on paikoin rajoitettava, jotta lumi ei lennä erotuskaistan yli pyörätielle tai vastakkaiselle kaistalle - tai jotta lumi ei riko arkoja rakenteita. |
| Välttävä lumitila: | Tilaan mahtuu suurin osa talven lumista. Sateisina talvina lunta on kuljetettava pois. |
| Tilapäinen lumitila: | Tilaan mahtuu yksittäisen rankan sateen lumi (noin 100 mm). |

Maa jaettiin kolmeen vyöhykkeeseen vuotuisen lumisademäärän ja keskimääräisen lumensyvyyden perusteella. Lumitilaan talven aikana kertyvä lumimäärä arvioitiin ottamalla huomioon eri tiivistymisvaiheet ja lumen lentoetäisyydet eri aurausnopeuksilla. Tältä pohjalta johdettiin mitoituskaavat lumitilan leveydelle eri hyvyysluokkiin.

Eri alueiden kunnossapitäjien haastattelut ja havainnot olemassa olevista ratkaisuksista tukivat mitoituskaavojen osuvuutta. Lumitilaratkaisu, johon sopii varastoon koko talven lumi, on hyvä liikenneturvallisuuden kannalta ja yleensä myös visuaalisesti onnistunut.

Erityiskysymyksinä tarkasteltiin melusteiden, kanavointien, siltojen sekä pysäkkien lumitilavaatimuksia. Lisäksi ruodittiin ulkokaarteiden, nousukaistojen sekä ohituskaistatien talvihoidon ongelmatiikkaa.

ABSTRACT

There is no previous dimensioning norms in Finland, how much space does snow, ploughed of road, need as a storage. This examination tries to give method how to determine this space, snow removal area, its breadth and form.

Finland is divided into three parts on grounds snow fall and -depth. Snowdepth is affected by condensation, melting and evaporation. Also microclimatic factors have an effect on snowdepth. Snow removal areas have following classification:

- Good:** The space is large enough for the total precipitation and there is no need to limit the ploughing speed.
- Satisfactory:** The space is large enough for the total precipitation but limitation on ploughing speed is necessary at some places not to throw snow over the central reservation to the other roadway or over the separation lane to the light traffic track or against sensitive structures.
- Tolerable:** The space is large enough for most of the precipitation, but during very snowy winters some of the snow must be moved away.
- Temporary:** The space is large enough for the heavy fall of snow (dimensioning snow fall).

The good class should normally be chosen in the countryside or in comparable circumstances. In densely built-up areas a more limited class must often be accepted.

Follow-up research proved the dimensioning formulae correct. The adequacy of the snow removal areas were tested with experiments and enquiry.

ALKUSANAT

Julkaisu sisältää tietoa lumitilan mitoittamisesta. Riittävän lumitilan varaaminen vähentää talvihoitokustannuksia ja liikenneturvallisuusriskejä.

Lumitilan mitoituskaavat on aiemmin julkaistu raportissa "Lumitila. Tietoa suunnittelijoille", TIEL 703 439. Nyt perusteet, taustat ja vaikutukset on koottu yhdeksi paketiksi. Ratkaisuja on havainnollistettu valokuvien ja piirroksien avulla. Lisäksi on annettu suunnittelijoille herätteitä talvihoitoon vaikuttavista erityiskysymyksistä.

Julkaisun ovat työstäneet Tampereen kehitysyksikössä Matti Turunen ja Heikki Lappalainen. Panoksensa eri vaiheissa ovat antaneet myös Rauno Kuusela, Kari Lehtonen ja Markku Toiviainen. Viimeistelyn painokuntoon on tehnyt Leila Leppänen.

Sisältö

1. JOHDANTO	9
1.1 Tutkimuksen aihe	9
1.2 Tutkimuksen merkitys	9
2. NYKYISET MITOITUSOHJEET LUMITILALLE	11
2.1 Suomalaiset ohjeet	11
2.2 Ruotsalaiset ohjeet	12
2.3 Kanadalaiset ohjeet	12
2.4 Neuvostoliittolaiset ohjeet	13
3. LUMIOLOSUHTEET	14
3.1 Lumen sadanta ja syvyys	14
3.2 Lumen syvyyteen vaikuttavat tekijät	17
3.3 Pienilmastotekijät	18
3.31 Tuulen kuljetus, kinostuminen	18
3.32 Maaston topografia	22
3.33 Maaston sivukaltevuus	25
4. LUMITILAN TEOREETTINEN MITOITUS	28
4.1 Määritelmiä	28
4.2 Lumenpoisto	28
4.21 Talvihoitoluokitus	28
4.22 Aurausmääristä	29
4.23 Aurausmenetelmistä	30
4.3 Lumen kertymä erotus- ja keskikaistalle	33
4.4 Hyvyysluokitus	35
4.5 Mitoituskaavat	36
4.6 Mitoituksen valinta eri osissa taajamaa	40
4.7 Esimerkkiratkaisuja	41
5. SEURANTA	43
5.1 Seurannan sisältö	43
5.2 Toteutunut lumen sadanta ja syvyys	43
5.3 Lumikertymä erotuskaistalla	44
5.4 Lumen tiivistyminen auratessa	46
5.5 Lumitilan riittävyys	46
5.51 Kyselytutkimus	46
5.52 Esimerkkikohteita	48

6. LUMITILARATKAISUJEN VAIKUTUKSET LIIKENNEYMPÄRISTÖSSÄ	59
6.1 Vaikutukset liikenneturvallisuuteen	59
6.2 Vaikutukset visuaalisiin näkymiin	60
6.21 Poikkileikkauksen muotoilu	60
6.22 Istutusten merkityksestä	62
6.23 Istutusten sopivuus valittuihin ratkaisuihin	63
7. ERITYISKYSYMYKSIÄ	66
7.1 Meluesteet	67
7.11 Melukaiteen vaikutus talvikunnossapitoon	67
7.12 Meluseinän vaikutus talvikunnossapitoon	68
7.2 Saarekkein kanavoidut liittymät	69
7.21 Saarekkeiden talvikunnossapito	69
7.22 Sivusuunnan saareke	71
7.3 Risteyssillat ja alikulkukäytävät	72
7.4 Linja-autopysäkit	77
7.5 Tien ulkokaarre	78
7.6 Nousukaista	80
7.7 Ohituskaistatie	81
8. TULOSTEN TARKASTELUA	84
9. LÄHDELUETTELO	85
10. LIITTEET	86

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen aihe

Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää mitoitusmenetelmät aurauslumi-en varastotilalle tieympäristössä. Tutkimus on kohdistunut yleisiin teihin, mutta sitä voitaneen soveltaa myös katu- ja kaavatiealueiden mitoittamiseen.

Lähinnä tarkasteltiin aurauslumen vaatimaa tilaa erotuskaistalla, eli ajoradan ja kevytliikenteen väylän välisessä tilassa, sekä keskikaistalla, kaksiajorataisten teiden ajoratojen välisessä tilassa. Lumitilatarkastelussa kiinnitettiin huomiota leveysvaatimusten lisäksi lumitilan muotoiluun.

Tutkimuksessa teoreettisesti johdettujen mitoituskaavojen paikkansa-pitävyyttä selvitettiin seurantajärjestelmän avulla. Lisäksi tarkasteltiin eri lumitilaratkaisujen vaikutuksia tieympäristössä.

Erityiskysymyksinä on tarkasteltu meluesteiden, kanavointien, siltojen ja pysäkkien lumitilavaatimuksia. Lisäksi on ruodittu ulkokaarteiden, nousukaistojen ja ohituskaistatien talvikunnossapitoa.

1.2 Tutkimuksen merkitys

Yleisillä teillä lumenpoiston kustannukset (auraus-, kuormaus-, kuljetus- ja läjityskustannukset) ovat suhteellisesti pienemmät kuin kaduilla ja kiinteistöjen alueilla. Lisääntyvät kevytliikenteen väylät ja kaksiajorataiset tiet tulevat kasvattamaan kunnossapitokustannuksia, ellei tietilan mitoituksessa varauduta riittäviin lumitiloihin.

Yleisillä teillä on keskikaistallisia kaksiajorataisia teitä noin 350 km, mikä on noin 0,5 % yleisten teiden pituudesta. Näiden teiden osuus liikennesuoritteesta on 10 % /1/.

Kevytliikenteenväylällä varustettuja teitä on noin 2600 km, joista molemminpuolisin kevytliikenteenväylin noin 300 km /2/. Kevytväylillä varustetuista teistä 1500 km on sellaisia, joiden liikennemäärä on yli 1500 autoa/vrk.

Kevytväylillä varustettuja teitä eli teitä, joilla on erotuskaistat, on noin 3 % koko yleisten teiden pituudesta. Teistä, joiden liikennemäärä on yli 1500 autoa/vrk on noin 20 % varustettu kevytväylillä.

Kaikkiaan liikennesuoritteesta tapahtuu sellaisilla teillä, joilla on joko erotuskaista tai keskikaista noin 20 %. Teiden osuus kokonaistiepi-
tuudesta on noin 3 %.

Tielaitoksen talvikunnossapidokustannukset ovat noin 300 Mmk/vuosi
jakautuen /3/:

- | | |
|---|---------|
| - lumenpoiston esityöt (auraus-
viitoitus, kinostimet) | 20 Mmk |
| - lumen ja sohjon poisto yhteensä | 180 Mmk |
| - kuorma-autolla ajoradalta (100) | |
| - tiehöylällä ajoradalta (50) | |
| - lumen poiskuljetus (30) | |
| - liukkauden torjunta | 100 Mmk |

Yhteensä	<u>300 Mmk</u>
----------	----------------

Epäonnistuminen erotus- ja keskikaistan leveyden ja muodon suunnittelussa vaikuttaa jopa 30 vuoden päähän aiheuttaen lumenpoistokustannuksia sekä turvallisuusriskejä.

Työaikalainsäädäntö ylityömääräyksineen aiheuttaa käytännössä tilanteen, että lumitilaan pitäisi mahtua vähintään yhden lumipyryn auraslumet.

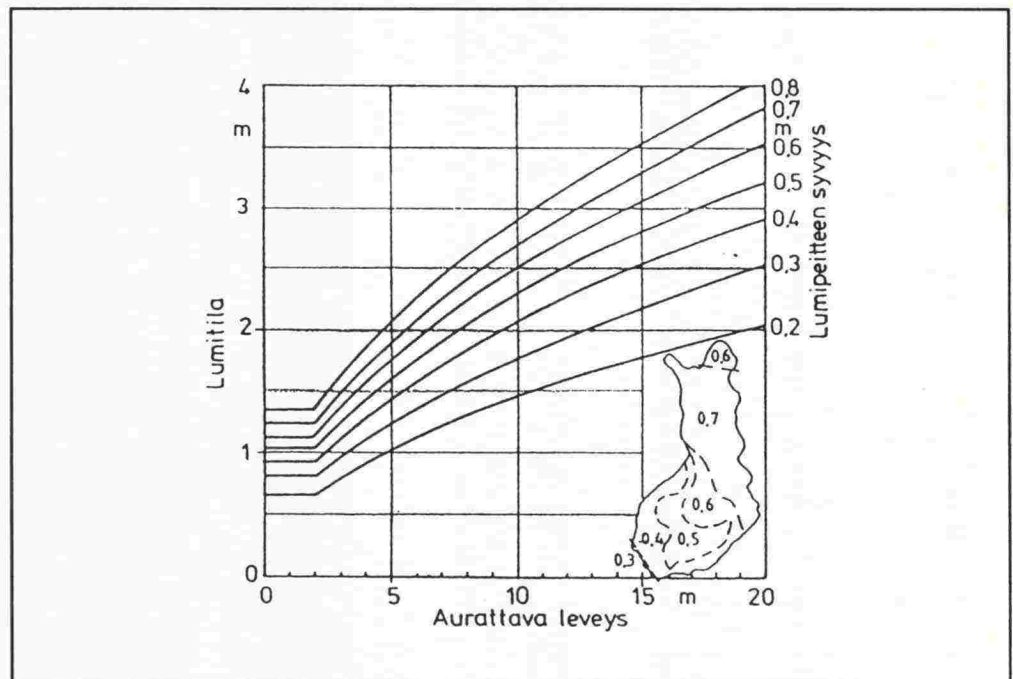
Korkeat lumivallit erotus- ja keskikastoilla saattavat olla näkemäesteinä liittymäalueilla. Myös lumen poisto kuormaustapahtumineen lisää turvallisuusriskejä. Jo yksi talvikunnossapidosta johtuva onnettomuus aiheuttaa noin 600 000 markan kansantaloudelliset kustannukset /4/.

2 NYKYISET MITOITUSOHJEET LUMITILALLE

2.1 Suomalaiset ohjeet

Suomessa ei ole yleisten teiden lumitilan mitoittamiseen aikaisempaa ohjeistoa. Keskikaistaa käsittelevässä selvityksessä /5/ on riittäväksi leveydeksi talvikunnossapidon kannalta todettu 6,5 metriä. Selvityksen mukaan tämän leveydeltä keskikaistalta tarvitsisi poistaa lunta vain hyvin sateisina talvina.

Käsikirjassa Liikenne ja väylät II on esitetty katualueen lumitilan mitoitus. Sen mukaan katualueen lumitila voidaan mitoittaa kuvan 2.1-1 mukaan.

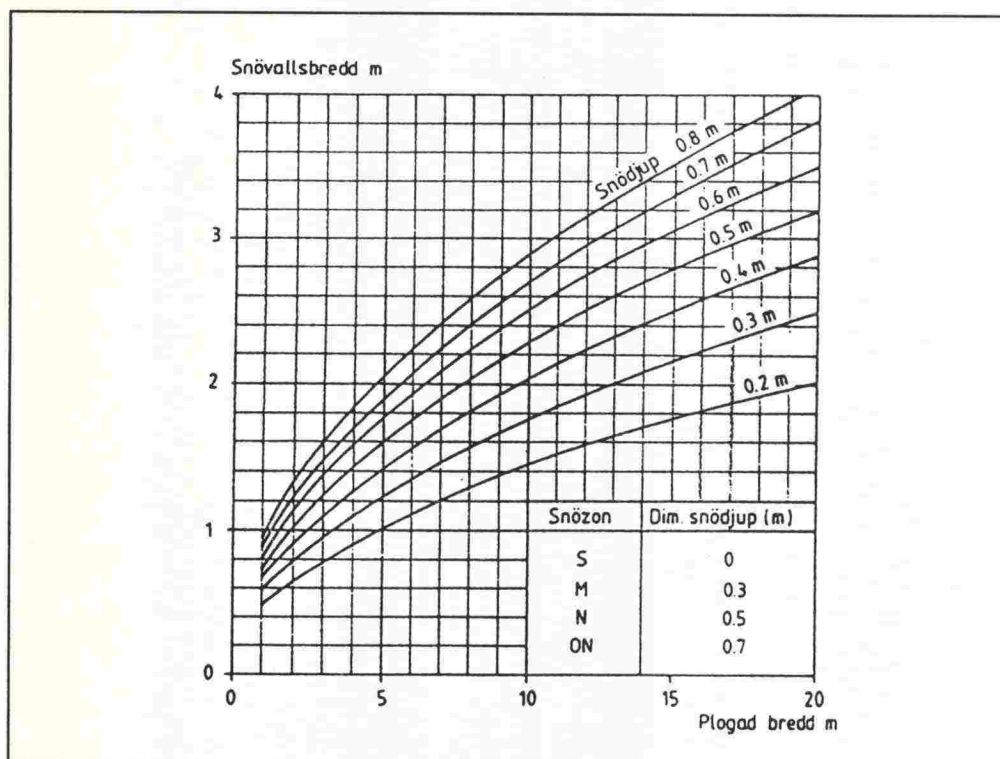


Kuva 2.1-1. Katualueen lumitilan mitoitus.

Meluseinien rakenneteknisiä laatuvaatimuksia koskeva selvitys /6/ on valmistunut keväällä 1990. Siinä on esitetty vaatimukset meluseinien etäisyydelle tien reunavilvasta törmäystilanteiden varalta. Nämä etäisyydet ovat nopeusrajoituksesta riippuen 3,5 - 7,0 metriä. Tässä tutkimuksessa käsitellään kohdassa 7.12 mainittuja vaatimuksia suhteessa lumitilamitoitukseen.

2.2 Ruotsalaiset ohjeet

Ruotsalaisen käsikirjan (Argus) mukainen lumitilan mitoitus vastaa suomalaisia ohjeita. Lumitila mitoitetaan kuvan 2.2-1 mukaan, esimerkiksi 8 metrin aurattava leveys edellyttäisi Sisä-Suomessa noin 2 metrin lumitilaa.



Kuva 2.2-1. Ruotsalainen lumitilamitoitus /7/.

2.3 Kanadalaiset ohjeet

Kanadan tienormeissa painotetaan, että tien sivuoissa on oltava riittävä varastotila lumelle /8/. Sivuojan muoto määräytyy hydrologi-
sin perustein. Normeissa viitataan lähteeseen Drainage Manual (Volume 1-Hydrology and Open Channels), RTAC, 1982. Tässä yhteydessä ei käsitellä kanadalaisia ohjeita enempää.

2.4 Neuvostoliittolaiset ohjeet

Neuvostoliitossa saatujen kokemusten mukaan tavanomaisen liikenteen turvaaminen vaikeutuu, jos alueella liikkuvan lumen määrä on yli 150 - 200 m³ yhden metrin korkeudella. Metrin kaistalle tulevaa maksimilumimäärää voidaan arvioida kaavalla /9/:

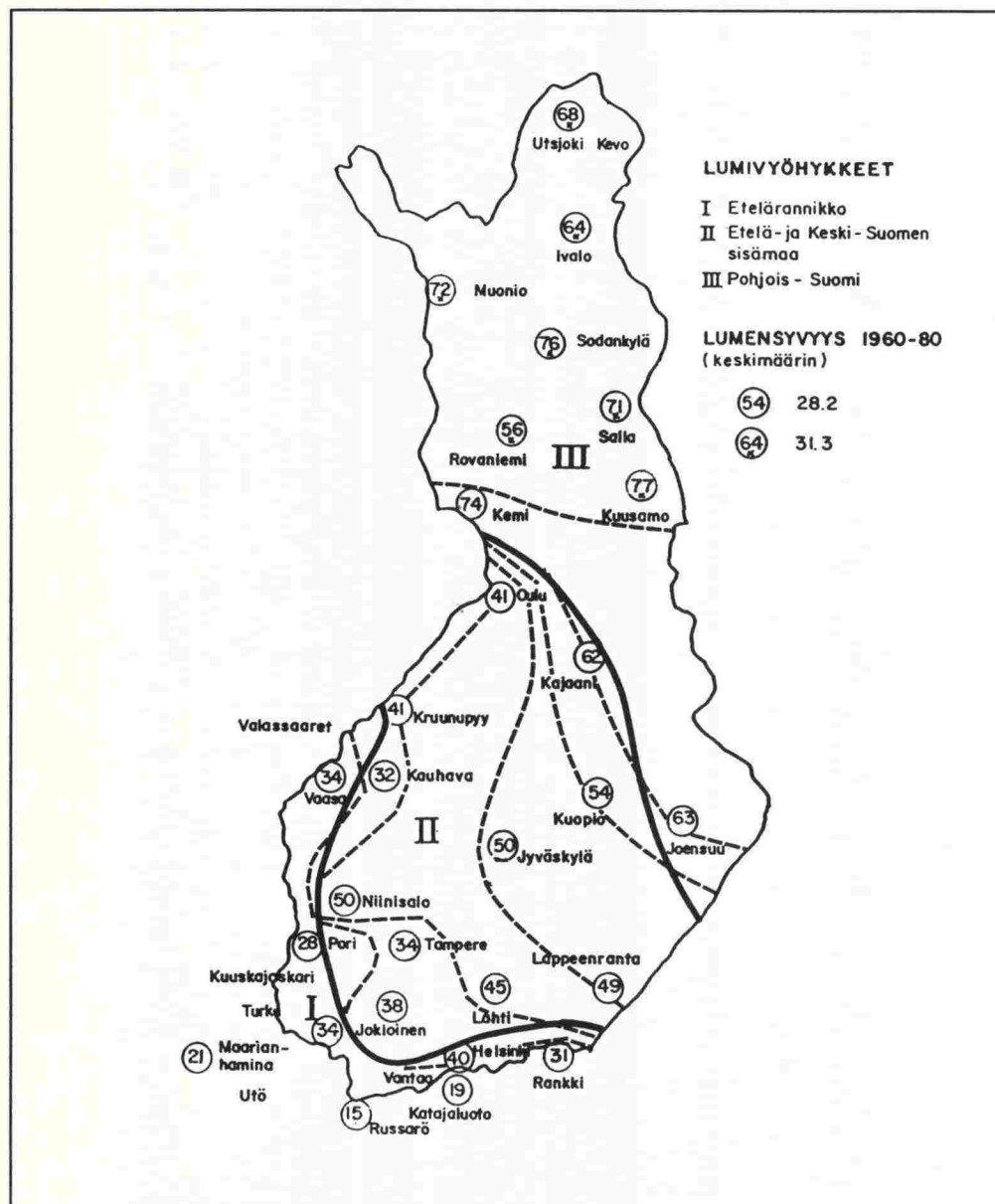
$$Q = L \cdot h_M \cdot \phi \cdot \beta \cdot \eta \quad \text{missä}$$

L	lumenkertymisaltaan pituus, arvo riippuu alueen reliefistä seuraavasti (pienempiä arvoja käytetään tuulen nopeuden ollessa alle 5 m/s):
15000-20000	tasainen tundra, ei kasvillisuutta tai jäätynyt vesipinta
12000-15000	kumpareinen tundra
3000-6000	mäkinen tundra, vähäinen kasvipeite
< 500	jyrkkäpiirteinen kasvipeitteinen alue
< 600	metsää, pensaikkoa
h_M	lumipeitteen suurin paksuus 10 vuoden jaksolla
φ	lumen irtoamiskerroin, arvo riippuu alueen reliefistä seuraavasti (tuulen keskinopeuksille 5 - 7 m/s):
0 - 0,1	jyrkkäpiirteinen maasto, kasvipeite tai metsä
0,2 - 0,3	mäkinen tundra, vähäinen kasvipeite
0,4 - 0,5	mäkinen tundra, paljas
0,7 - 0,8	tasainen tundra, paljas
0,7 - 0,9	avoin, jäätynyt vesipinta
0,8 - 1,0	vuoren laki
β	lumen sublimaatiohäviökerroin, likimain 0,7
η	kerroin, joka ottaa huomioon vallitsevan lumen kulkeutumisen jatkuvuuden eri suunnilla tuulen nopeuksilla 5 m/s
η	$\frac{\tau_1 \sin \alpha_1 + \tau_2 \sin \alpha_2 + \tau_3 \sin \alpha_3 + \tau_4 \sin \alpha_4}{\tau_0}$
τ₁₋₄	lunta kuljettavan tuulen kokonaiskesto ko. suunnalla (tuntia)
α₁₋₄	lumituulen virtauksen suuntakulma suhteessa kohteen sivun suuntaan
τ₀	lumituulen kokonaiskesto talvella (tuntia)

3 LUMIOLOSUHTEET

3.1 Lumen sadanta ja syvyys

Suomi voidaan jakaa kolmeen vyöhykkeeseen keskimääräisen lumen syvyyden perusteella. Vyöhykejako on esitetty kuvassa 3.1-1.



Kuva 3.1-1. Lumivyöhykkeet ja lumen syvyydet.

Vyöhykkeellä I lumen sadanta on vesiärvona 170-200 mm/vuosi. Vesiärvä 10 mm vastaa 100 mm:n lumikerrosta. Keskimääräinen lumensyvyys sulamiskauden alkaessa vyöhykkeellä I on 0,4 m tai vähemmän.

Vyöhykkeellä II lumen sadanta on 200-250 mm/vuosi ja keskimääräinen lumensyvyys 0,4 - 0,6 m, vyöhykkeellä III vastaavasti 250 - 280 mm/vuosi ja lumensyvyys 0,6 m tai enemmän /10/.

Keskimääräinen lumensyvyys on noin 1/4 lumen sadannasta. Liitteessä 1 on taulukoituna eri säähavaintoasemien keskimääräiset alimmat ja ylimmät lumensyvyydet vuosina 1961-1980.

Lumisateen intensiteetti vaihtelee yleensä välillä 0,5...3 mm/h. Mitoitussateeksi on valittu 3 tunnin pyry intensiteetillä 3 mm/h, mikä vastaa noin 100 mm:n lumikerrosta. Tällaisia päiviä on vuodessa hyvin vähän. Yli 50 mm:n lumikerroksia kertyy vuosittain noin 5-10 päivänä, taulukko 3.1-1.

Taulukko 3.1-1 Lumisadepäivien keskimääräinen lukumäärä 1961 - 1980 /10/.

Lumivyöhyke	Päiviä, jolloin sadanta (lumena) yli		
	10 mm	50 mm	100 mm
I	25 - 40	5 - 10	0 - 1
II	35 - 50	5 - 10	0 - 2
III	45 - 70	5 - 15	0 - 1

3.2 Lumen syvyyteen vaikuttavat tekijät

Haihtumista voi tapahtua lumen pinnasta vain jos ilman vesihöyryn-paine on alhaisempi kuin vesihöyryn kyllästyspaine 0 °C lämpötilassa. Tällöin lumen pinnassa olevan ilman vesihöyryn paine on korkeintaan 4,6 mmHg. Haihdunta on kovalla pakkasella hyvin pieni.

Sulamiskauden keskimääräiseksi haihdunnaksi on saatu lumivyöhykkeellä I aukealla paikalla noin 3 % lumipeitteen vesiärvosta. Haihdunnan suuruudeksi on arvioitu 5 - 15 mm/kk alueesta riippuen.

Kevättalvella ilmankosteus tiivistyy lumen pinnalle vähentäen nett haihduntaa. Näin ollen haihdunnan merkitys aukeilla paikoilla ei ole kovin suuri lumen katoamisessa.

Sulamisen osuus lumen katoamisessa on kevättalvella korkeiden päivälämpötilojen myötä merkittävä. Sulaessaan maksiminopeudella lumi menettää vesiärvostaan keskimäärin 10 mm/vrk.

Sulamiskausi on verraten lyhyt ajoittuen lumivyöhykkeillä I ja II maaliskuu- ja huhtikuulle sekä vyöhykkeellä III huhti- ja toukokuulle. Lumivyöhykkeellä I ovat suojaääjaksot yleisiä myös joulukuu- ja tammi-kuussa.

Tiivistymisellä on merkittävä osuus lumen syvyyteen. Sataneen lumen tiheys vaihtelee yleensä välillä 10 - 200 kg/m³. Mikäli tiheys on noin 100 kg/m³, on 10 mm:n lumikerroksen vesiärvosto 1 mm.

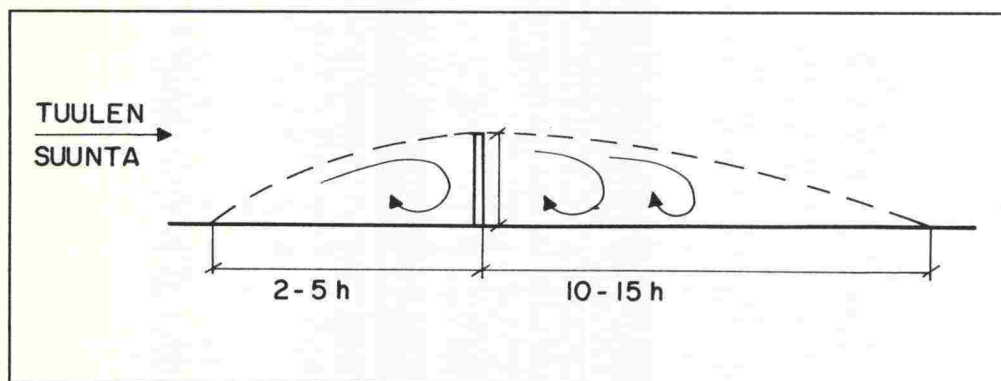
Liikenteen ja aurauksen vaikutuksesta lumen tiheys nousee arvoon 300-500 kg/m³. Sohjon tiheys on 500-950 kg/m³.

Mikäli talven kuluessa esiintyy pitkiä suojaääjaksoja, on niillä merkittävä osuus tiivistymiseen. Tiivistyminen on verrannollinen suojaääjakson pituuteen.

3.3 Pienilmastotekijät

3.31 Tuulen kuljetus, kinostuminen

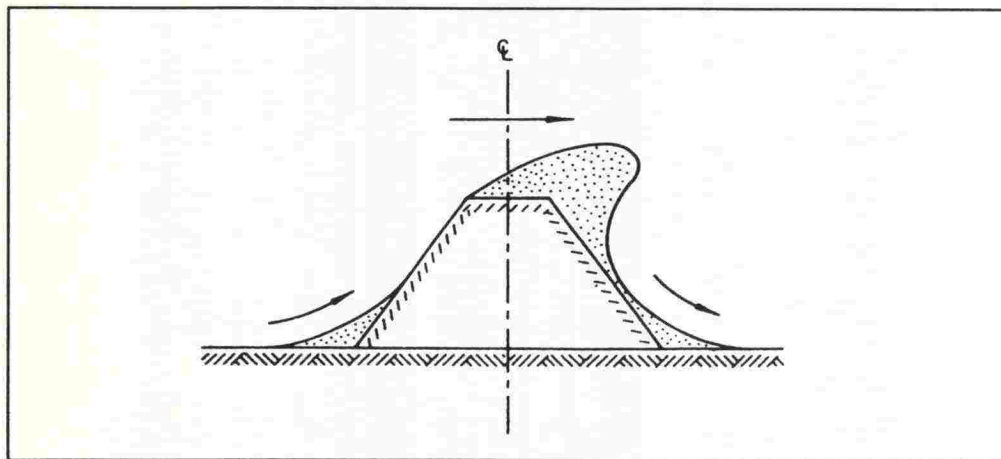
Tuulta läpäisemättömän esteen aiheuttamista pyörteistä on esitetty useita teorioita. Eräs näistä on ROBINETTEN teoria. Sen mukaan kapea, korkea tuulta läpäisemätön este aiheuttaa pyörteisyysalueen, joka on esteen edessä 2 - 5 kertaa ja takana 10 - 15 kertaa esteen korkeuden levyinen. Kuva 3.31-1 valaisee teoriaa.



Kuva 3.31-1. Pyörteisyysalue Robinetten teorian mukaan.

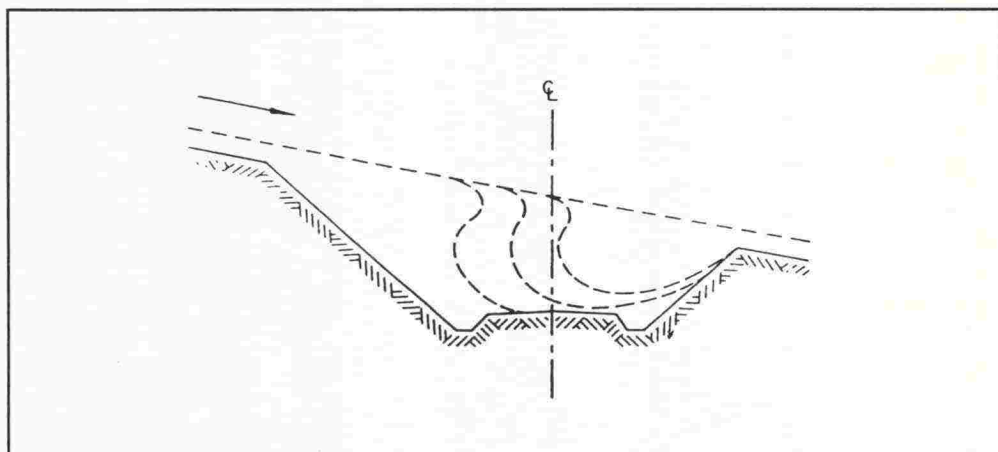
Voimakkaalla tuulella lumi kerääntyy pyörteisyysalueille. Tällainen tilanne voi esiintyä mm. meluaitojen ja -seinien kohdalla.

Kun lumituisku kohtaa korkean penkereen aukeassa maastossa, kinostuu penkereen alaosa ensin. Tämän jälkeen tuuli kuljettaa lunta penkereen reunaa ylöspäin. Kohdatessaan penkereen ylätasoon ilmapirta ei voi muuttaa jyrkästi suuntaansa, joten se menettää osittain nopeuttaan. Syntyy kinostumista penkereen tynempään yläosaan, harjalle.



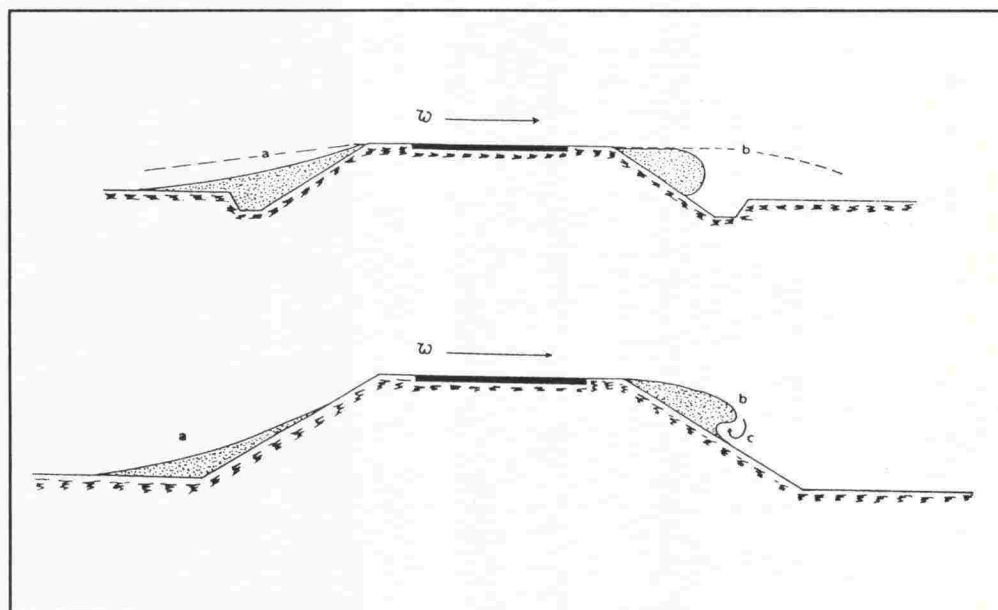
Kuva 3.31-2. Lumen kinostuminen korkealla penkereellä.

Lumen kinostuminen matalissa leikkauksissa on ongelma varsinkin sivukaltevassa maastossa. Leikkaus kasvattaa tuulen sekoittumisaluetta. Lumihiukkaset irtoavat ilmavirrasta ja kinostuvat.



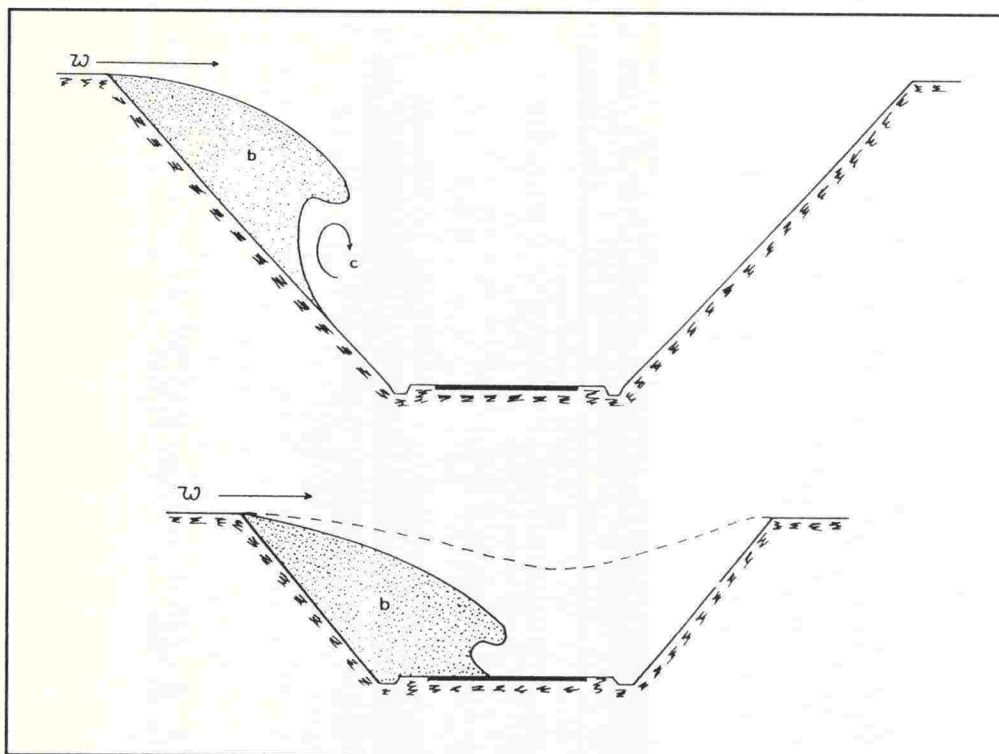
Kuva 3.31-3. Lumen kinostuminen leikkauksessa sivukaltevassa maastossa.

Likimain tasaisessa maastossa tiepenkereen kinostumisprosessi tapahtuu kuvan 3.31-4 mukaisesti /12/.



Kuva 3.31-4. Kinostumisprosessi matalalla ja korkealla tiepenkereellä. W tuulensuunta, a tuulen yläpuoli, b tuulensuoja.

Tien leikkauskohdassa kinostumisprosessi etenee kuvan 3.31-5 mukaisesti. Ylempi kuva esittää syvää leikkausta ja alempi kuva matalaa leikkausta /12/.

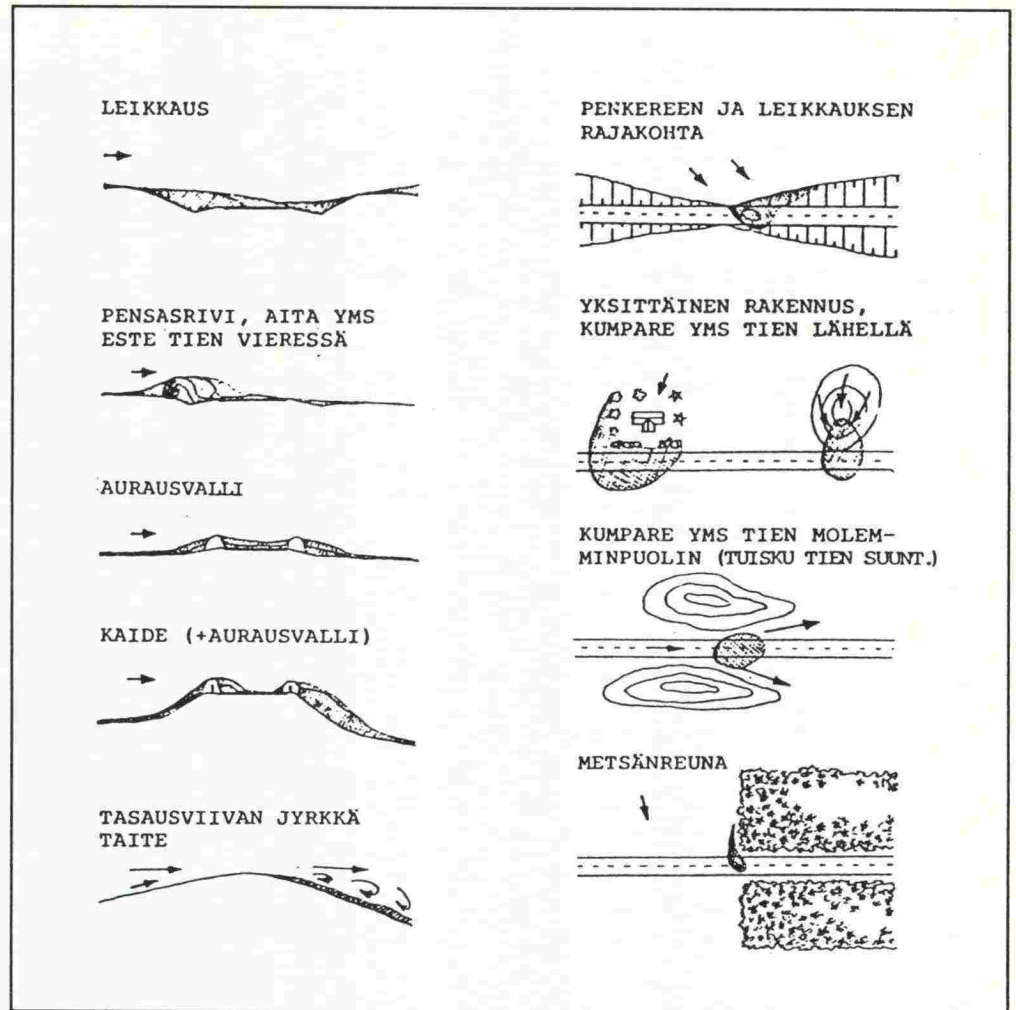


Kuva 3.31-5. Kinostumisprosessi syvässä ja matalassa leikkauksessa. W tuulensuunta, b lumikertymä tuulensuojassa, c pyörittä.

Kinostuminen lisää teiden lumenpoistokustannuksia. Esimerkiksi tunturi-Lapissa kinostuminen aiheutti auraukseen lähdön jopa 45 %:ssa tapauksia (talvi 1984-1985).

Jos tie sijaitsee tuulisella alueella, voi lumen sulaminen hidastua voimakkaiden tuulien jäädyttäessä ilmaa. Tästä on haittaa varsinkin jos auringon sulattava vaikutus ei pysty lisäämään lumen varastotilaa. Tuulen puuskaisuus lisää kinostumista.

Pääsyy lumen kinostumiseen tielle on, että ilman tasainen virtaus syystä tai toisesta häiriytyy, jolloin tuulen mukana kulkeutuva lumi putoaa alas. Irtolumen kinostuminen on runsasta, kun tuulen nopeus on yli 8 m/s ja ilman lämpötila alle -2 °C. /13/. Esimerkkejä kinostumisalttiista kohdista avoimessa maastossa on esitetty kuvassa 3.31-6.



Kuva 3.31-6.

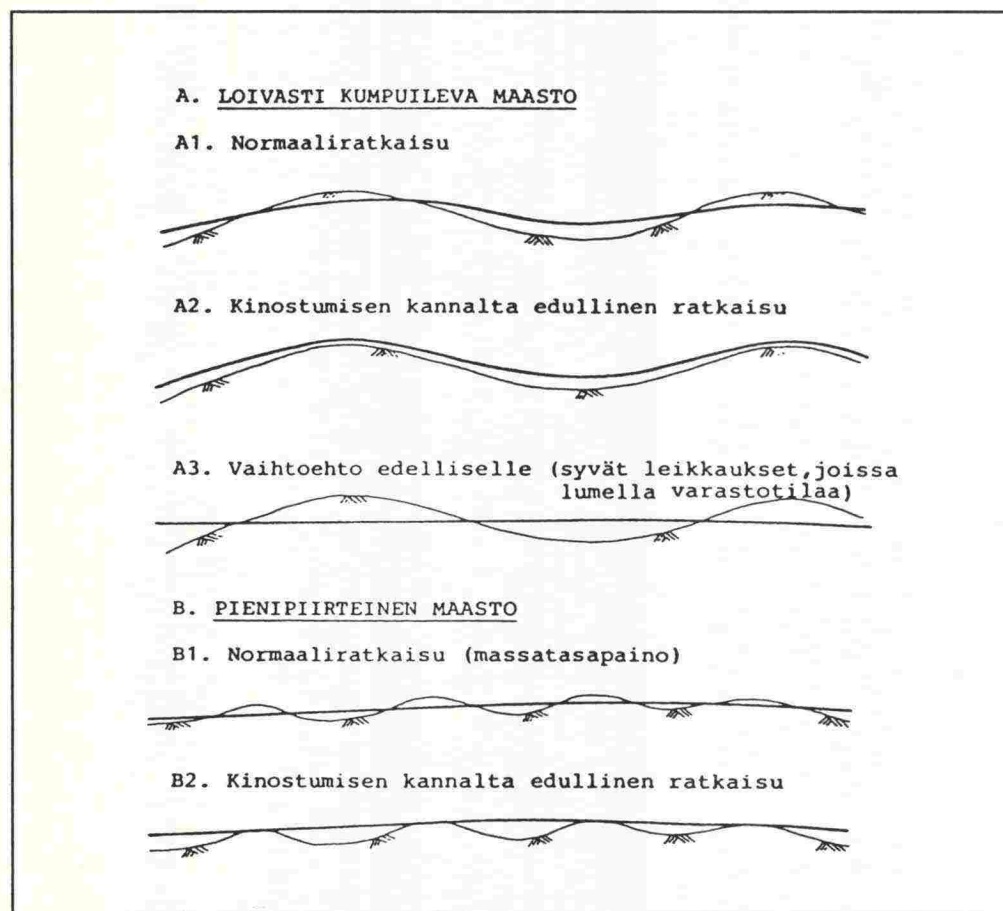
Kinostumisalttiita kohtia avoimessa maastossa.

3.32 Maaston topografia

Suunniteltaessa tien linjausta lumiongelmaa voitaisiin vähentää seuraavin keinoin:

- * tie sijoitettaisiin alueelle, jossa lumen keskisyvyys on pieni (eroosio-alueet)
- * tietä suojaisi voimakkaalta tuulelta metsä, topografia, asutus tms.
- * leikkauskohtia olisi mahdollisimman vähän

Kinostumisen kannalta vaikeilla alueilla tasausviivan asettelua kannattaa harkita unohtamatta kustannus- ja näkemäkysymyksiä. Kuvasa 3.32-1 on esitetty vaihtoehtoja tasausviivan asettelusta loivasti kumpuilevassa ja pienipiirteisessä maastossa /13/.



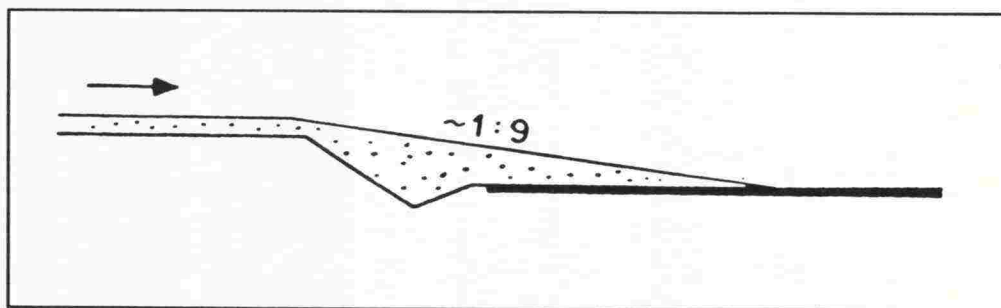
Kuva 3.32-1. Kaavio-tyrros tasausviivan normaaliratkaisuista ja kinostumisen kannalta edullisista ratkaisuista.

Matalahkoilla penkereillä (< 1,5 m) suositeltava luiskakaltevuus on 1:3 - 1:4 tai loivempi. Korkeammilla penkereillä luiskakaltevuuden merkitys vähenee.

Suunnittelussa pystygeometrian ratkaisut ovat usein suurpiirteisiä, vaikka maasto olisikin pienipiirteistä. Mikäli tasauksen suunnittelussa päästään maastoa myötäilevään ratkaisuun, on riittävä pengerkorkeus yleensä n. 0,2 metriä yli lumen keskisyvyyden.

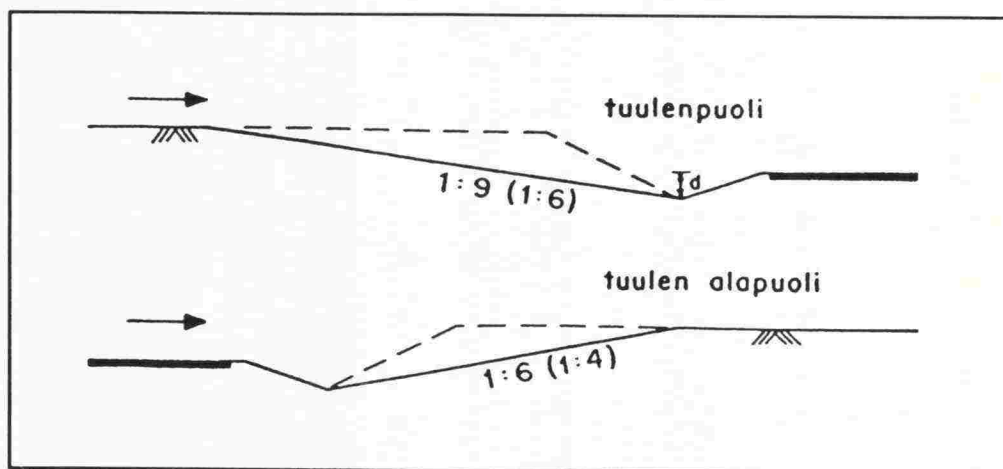
Kohdissa, joissa esiintyy laajaa paikallista kinostumista, tulisi tasausviivan sijaita n. 0,5 m yli keskimääräisen maksimilumensyvyyden. Keskimääräinen maksimilumensyvyys on lumivyöhykkeellä I 0,40-0,45 metriä, vyöhykkeellä II 0,45-0,70 metriä ja vyöhykkeellä III 0,70-0,85 metriä.

Lumikinoksen tasapainokaltevuus luonnossa on 1:8 - 1:9. Matalassa leikkauksessa (tsv < 1 m maanpintaa alempana) kinos saavuttaa nopeasti tienpinnan, kuva 3.32-2 /13/.



Kuva 3.32-2. Kinoksen tasapainokaltevuus (lopputila).

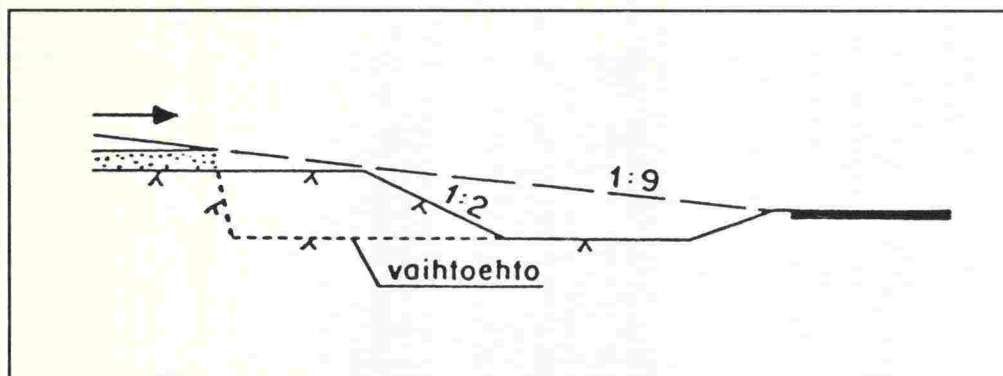
Kinostumisongelmia vähentäviä toimenpiteitä on esitetty kuvassa 3.32-3. Sivuojan syvyys (d) tulisi olla vähintään sama kuin lumen keskisyvyys on paikalla.



Kuva 3.32-3. Kinostumista vähentävä poikkileikkauksen muotoilu matalassa maaleikkauksessa.

Kallioleikkauksissa paras ratkaisu on yleensä leventää leikkausta.

Kuvassa 3.32-4. on esitetty kustannuksiltaan edullinen ratkaisu.



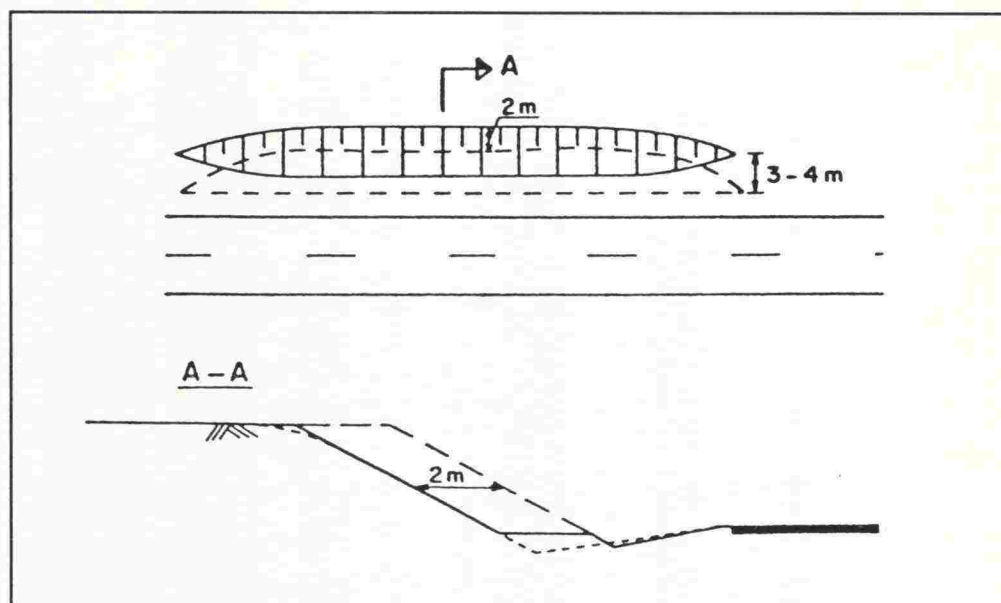
Kuva 3.32-4.

Periaatekuva kallioleikkauksen muotoilusta matalissa leikkauksissa. Kaksipuolistissa leikkauksissa tuulen alapuoli muotoillaan vastaavasti pitäen lähtökohtana kaltevuutta 1:6.

Leikkauksen syventyessä lumiongelmat vähenevät, sillä lumen varasto-tila kasvaa ja kinostuman erotuspiste siirtyy etäämmälle. Jos leikkaus sijaitsee kinostumisalittiissa kohdassa, voidaan menetellä seuraavasti:

- Kun leikkauksen syvyys on 1 - 3 m, levennetään maaleikkausta n. 2 m keskiosalla. Leikkauksen päissä levennys kasvaa asteittain n. 3 - 4 m:iin (kuva 3.32-5). Kallioleikkausta levennetään koko matkalla n. 3 - 4 m.
- Leikkauksen syvyyden ylittäessä 3 m ei maaleikkausta enää tarvitse levenittää. Leikkauksen päät muotoillaan kuten edellä. Kallioleikkausta levennetään n. 1 - 2 m ja leikkauksen yläreuna on suositeltavaa viistää pyörteisyyden vähentämiseksi.

Syvät leikkaukset saattavat kasata kylmää ilmaa. Kylmä ilma valuu painanteisiin, mikä lisää jään muodostusta.

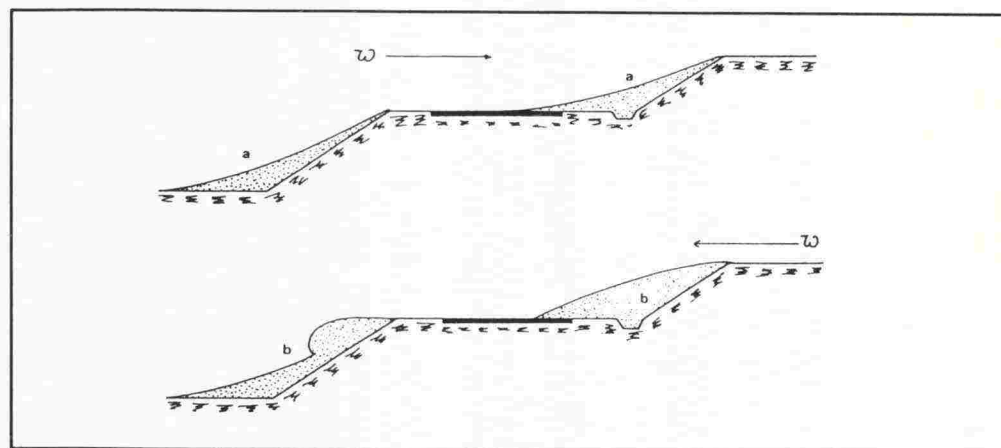


Kuva 3.32-5. Leikkauksen leventäminen 1 - 3 m syvässä maanleikkauksessa.

3.33 Maaston sivukaltevuus

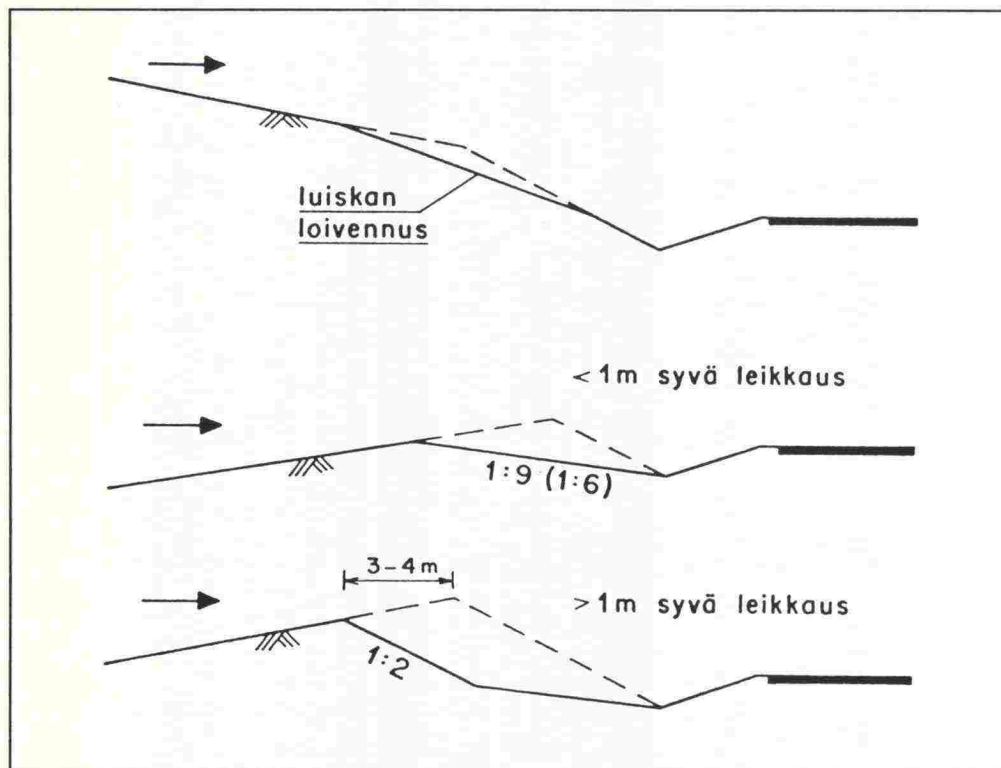
Sivukaltevassa maastossa tuulen virtausolosuhteet muuttuvat jonkin verran. Kinostuminen aiheuttaa ongelmia varsinkin matalissa leikkauksissa kohdan 3.31 mukaisesti.

Kuvassa 3.33-1 on esitetty kinosten teoreettiset muodostumiskohdat sivukaltevassa maastossa eri tuulen suunnilla /13/.



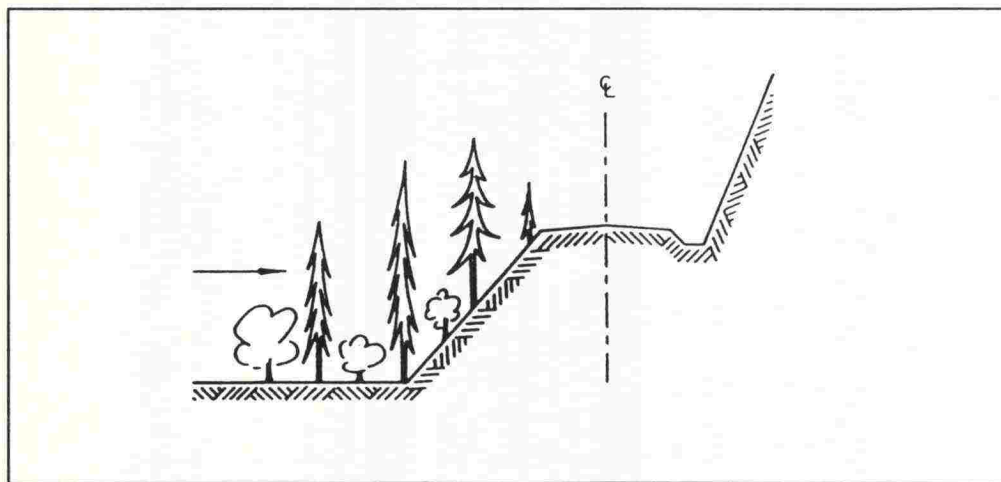
Kuva 3.33-1. Kinostuminen tiellä, joka sijaitsee sivukaltevassa maastossa eri tuulen suunnilla. W tuulen suunta, a tuulen yläpuoli, b tuulensuoja.

Kinostumisongelmista päästään usein loiventamalla leikkausluiskaa, kuva 3.33-2 /13/.



Kuva 3.33-2. Periaatepiirros leikkauksen muotoilusta sivukaltevassa maastossa.

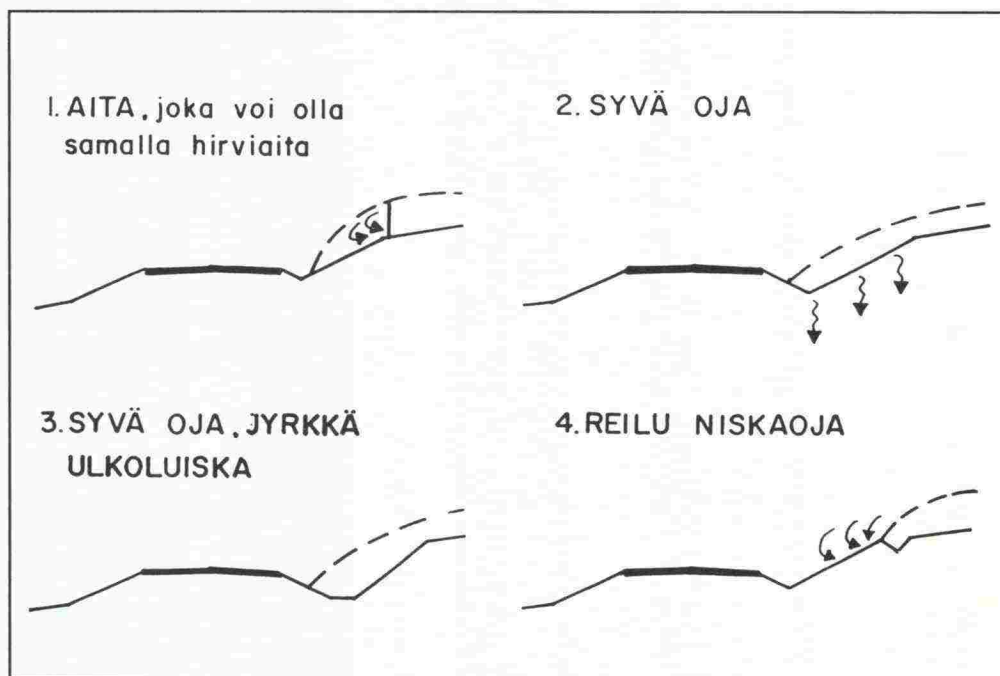
Mikäli tielinjan sijainti on tasaisen ja voimakkaasti sivukaltevan maaston rajalla, voisi olla hyödyksi suojata tie voimakkailta tuuilta puuston avulla kuvan 3.33-3 mukaisesti.



Kuva 3.33-3. Puuston käyttö suojaamassa tietä tuulelta ja kinostumiselta /12/.

Lumen sulamisnopeuteen sivukaltevassa maastossa vaikuttaa, onko kyseessä etelä- vai pohjoisrinne. Loppupalven ja alkukevään selkeinä päivinä etelärinteet saavat lähes yhtä paljon auringonsäteilyä kuin keskikesällä.

Jos tie joudutaan sijoittamaan voimakkaasti sivukaltevaan maaston kohtaan, voidaan lumen varastointia parantaa ja vähentää kinostumisongelmia kuvan 3.33-4 mukaisilla ratkaisuilla.



Kuva 3.33-4. Tie sivukaltevassa maastossa.

Ratkaisussa 1 kinostuminen tapahtuu pääasiassa aidan taakse. Tien puolella kinostumiskaltevuus jyrkentyy. Ratkaisussa 2 syvä oja lisää varastotilaa kinostumiselle. Sulamisvedet eivät pääse imeytymään tien päällysrakenteeseen.

Ratkaisussa 3 saadaan ojaa syventämällä ja leventämällä paljon varastotilaa lumelle. Ratkaisun 4 reilu niskaoja toimii osaltaan varastotilana ja jyrkentää kinostumista ulkoluiskaan.

Vähintään yhtä tärkeitä kuin tien huolellinen sijoittaminen maastoon on lumenpoistosta huolehtiminen. Jos tien reunaan jää korkeat aorausvallit, lunta kinostuu ajoradalle, oli tie muotoiltu miten tahansa.

4 LUMITILAN TEOREETTINEN MITOITUS

4.1 Määritelmiä

Lumitilalla tarkoitetaan sitä osaa tieympäristöstä, johon lunta auringon valon avulla varastoon joko tilapäisesti tai koko talveksi.

Aurattavalla alueella tarkoitetaan sitä osaa ajoradasta, pientareista, kevytliikenteen väylästä tai liitännäisalueesta, josta satanut lumi auringon valon avulla lumitilaan, esimerkiksi erotus- tai keskikaistalle.

Työleveydellä tarkoitetaan auran tai aurayhdistelmän suurinta mahdollista puhdistusalueen leveyttä kerta-aurauksella.

Erotuskaistalla tarkoitetaan ajoradan ja kevytliikenteen väylän välistä tilaa. Tarkoituksena on parantaa kevytliikenteen turvallisuutta ja mukavuutta. Samalla varataan tilaa valaisinpylväille, liikennemerkkeille, istutuksille, kuivatusjärjestelyille, lumelle ja linja-autopysäkeille.

Keskikaistan tehtävänä on erottaa vastakkaissuuntaiset liikennevirrat. Sitä käytetään 4- tai useampikaistaisilla väylillä (turvallisuussyistä joskus 2-kaistaisilla väylillä).

4.2 Lumenpoisto

4.2.1 Talvihoitoluokitus

Yleiset tiet on jaettu talvikunnossapito-ohjeissa talvihoitoluokkiin, joille on annettu tavoitearvot liukkauden, lumisuuden ja tasaisuuden suhteen. Lisäksi eri teille on annettu toimenpideaajat /14/.

Talvihoitoluokitus on lumenpoiston osalta seuraavanlainen:

- * **Luokkaan I sk** kuuluvat kaksiajorataiset kestopäällysteiset tiet, joiden liikennemäärä on yli 6000 autoa/vrk. Lumenpoisto on tarpeen, kun pakkaslumen määrä ylittää 20 mm, suojalumen 15 mm ja sohjokerros 10 mm.
- * **Luokkaan I s** kuuluvat kestopäällysteiset tiet, joiden liikennemäärä on yli 6000 autoa/vrk. Lumenpoistovaatimukset ovat samat kuin luokassa I sk.
- * **Luokkaan I** kuuluvat kestopäällysteiset tiet, joiden liikennemäärä on 1500-6000 autoa/vrk. Lumenpoistovaatimukset ovat samat kuin luokassa I sk.

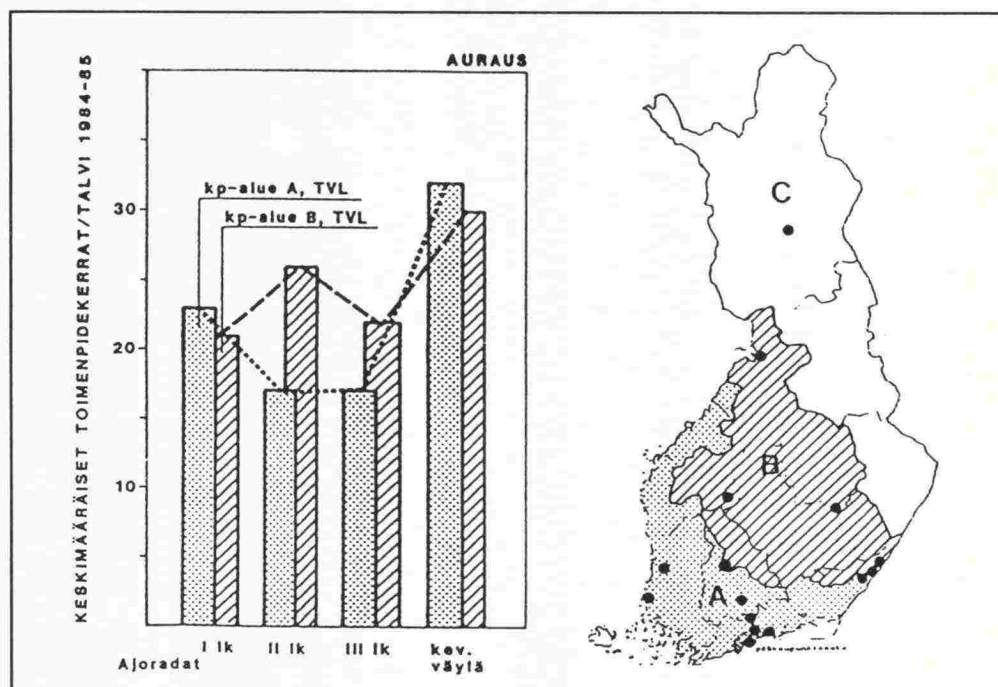
- * **Luokkaan II** kuuluvat kevytpäällysteiset tiet, joiden liikennemäärä on yli 1500 sekä tiet, joiden liikennemäärä on 201 - 1500 autoa/vrk. Lumenpoisto on tarpeen, kun pakkaslumen määrä ylittää 30 mm, suojalumen 25 mm ja sohjokerros 20 mm (lumenpoisto aloitetaan myöhemmin kuin I luokan teillä).
- * **Luokkaan III** kuuluvat tiet, joiden liikennemäärä on alle 200 autoa/vrk. Lumenpoisto on tarpeen, kun pakkaslumen määrä ylittää 50 mm, suojalumen 40 mm ja sohjokerros 30 mm.
- * **Luokkaan IV** kuuluvat vain kevytliikenteen tiet, lumenpoistovaatimukset ovat samat kuin luokassa II.

Lumenpoiston toimenpideajat ovat seuraavat:

TALVIHOITOLUOKKA	TOIMENPIDEAIKA
I sk, I s, I	3 h
II	4 h
III	6 h
IV	4 h

4.22 Aurausmääristä

Aurauskertojen määrä eri osissa maata ja eriluokkaisilla teillä on esitetty kuvassa 4.22-1. Keskimäärin talvella 1984 - 85 suoritettiin 20 - 25 aurauskertaa /15/. Tielaitoksen kunnossapitotilaston mukaan aurausmäärä on ollut n. 150 jkm/tiekm vuosittain.



Kuva 4.22-1.

Aurauskertojen määrät eriluokkaisilla teillä eri puolella Suomea /15/.

4.23 Aurausmenetelmistä

Kaksiajorataisilla teillä keskikaistan viereiset pientareet ja ohituskaistan osat molemmilta suunnilta aurataan tilan salliessa keskikaistalle. Muut kaistat ja ulkopiennar aurataan keskikaistasta poispäin joko erotuskaistalle tai sivuojaan. Aurana käytetään pääasiassa kääntölumiauraa, jolla lumi voidaan heittää myös vasempaan.

Yksiajorataisilla teillä ajoradan erotuskaistan viereinen kaista aurataan erotuskaistalle (tilan kapeuden takia lumi saattaa lentää myös kevytliikenteen väylälle) ja kevytliikenteen väylä mahdollisuuksien mukaan poispäin erotuskaistasta. Aurana käytetään pääasiassa oikealle heittävää vinoetuauraa.

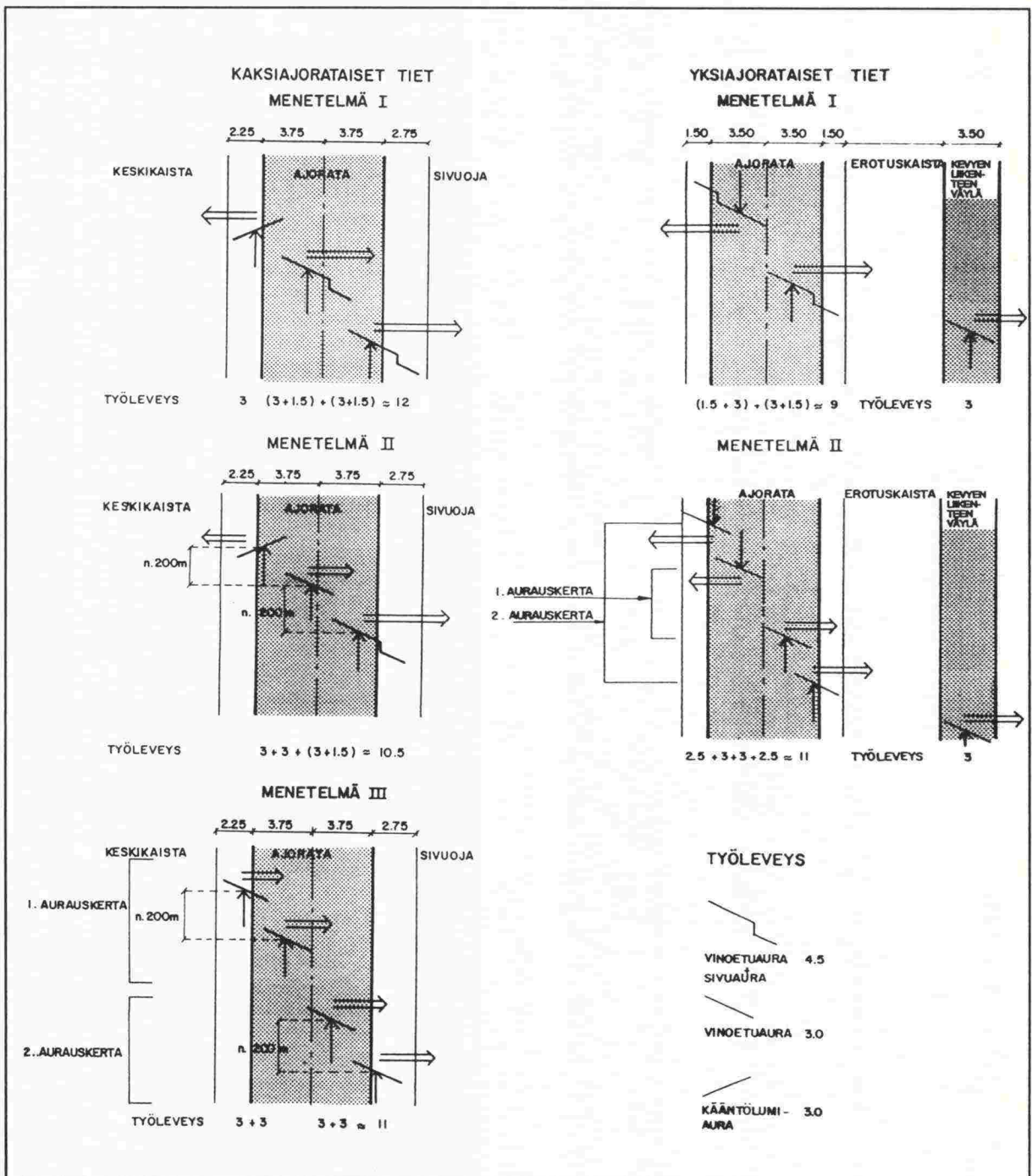
Kevytliikenteen väylän auraaminen erotuskaistalle on otettava huomioon lumitilan mitoituksessa, jos esimerkiksi seinälinja, aita yms. on hyvin lähellä kevytliikenteen väylän ulkoreunaa.

Mikäli erotuskaista on kapea, on auraustyön rytmitys tärkeää. Ajorata pitää aurata ensin, sitten vasta kevytväylä. Korotetun, vain 1-2 m leveän, erotuskaistan kohdalla tapahtuu lumen "pallottelua" ajoradalle ja kevytväylälle.

Kevytliikenteen väylät aurataan ensisijaisesti vinoetuauralla, joka on kiinnitetty joko pakettiautoon tai traktoriin. Lumi aurataan mahdollisuuksien mukaan poispäin erotuskaistasta.

Kääntölumiauran ja vinoetuauran työleveys on suurimmillaan 3 metriä. Käyttämällä vinoetuauran ja sivuauran yhdistelmää saadaan työleveydeksi enimmillään n. 4,5 metriä. Mainittakoon, että ruotsalainen aurayhdistelmä (vinoetuaura DB/DBK 95-36 ja sivuaura SHL-1) antaa kokonaistyöleveydeksi jopa 5,2 metriä.

Aurauskaavioita on esitetty kuvassa 4.23-1.



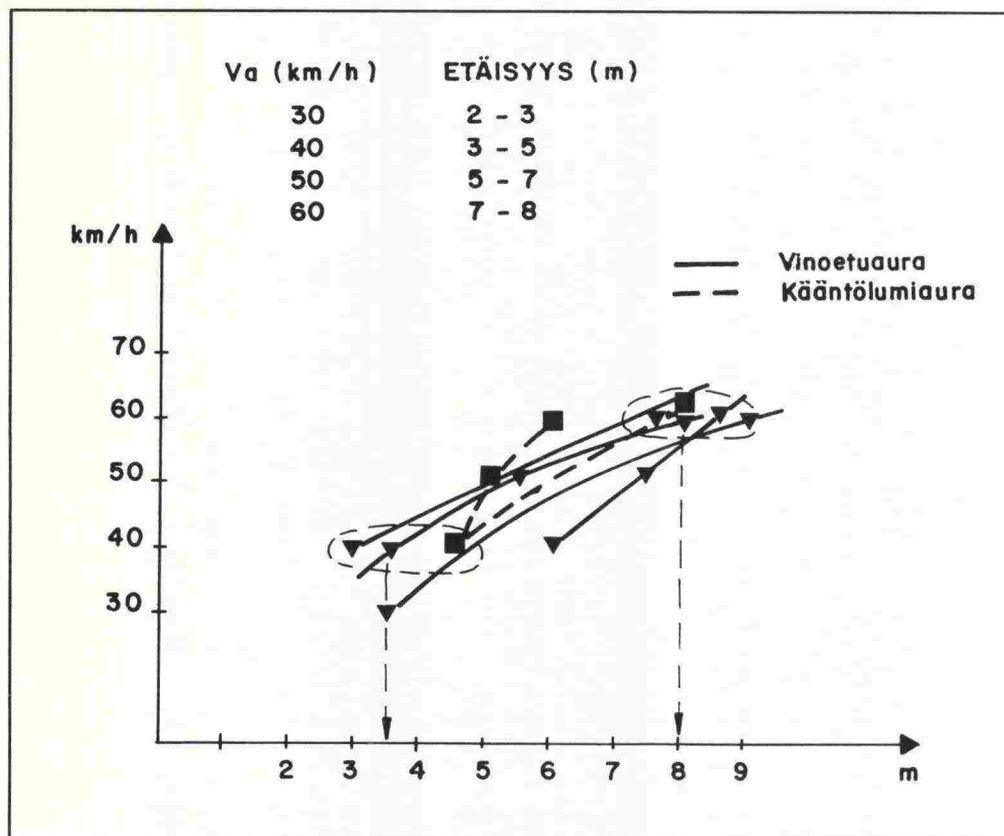
Kuva 4.23-1. Aurauskaavioita yksi- ja kaksiajorataisilla teillä.

Kaksiajorataisten teiden osalla paras lienee menetelmä I. Sivuaurallisen yhdistelmän käyttö keskellä ajorataa voi olla vaarallista, koska autoilijat saattavat ohittaa myös oikealta puolen auran.

Aurausnopeus kuorma-autolla on yleensä 50 - 70 km/h. Nopeus on sovitettava kulloiseenkin liikennetilanteeseen ja -ympäristöön.

Lumen lentorataan aurauksessa vaikuttavat aurausnopeus, auratyyp-
pi, lumen vahvuus ja jakautuminen tiellä, lumen tiheys sekä mahdolli-
set esteet tien reunassa. Tielaitos on suorittanut kenttäkokeita lumen
lentoetäisyyden määrittämiseksi eri auratyypeillä /16/.

Kuvassa 4.23-2 on esitetty lumisuihkun ulottuma eri aurausnopeuk-
silla ja auratyypeillä 50 mm vahvassa lumessa.



Kuva 4.23-2. Lumen lentoetäisyys eri aurausnopeuksilla.

Suihkun ohjaussivellä saadaan lumen lentorata madaltumaan ja lyhenemään arkojen rakenteiden kohdalla 1 - 2 metriä.

4.3 Lumen kertymä erotus- ja keskikaistalle

Valtaosa erotus- ja keskikaistallisista teistä kuuluu talvihoitoluokkaan I, jossa tavoitteena on, että ajoradalla on lunta vähemmän kuin 20 mm. Päiviä, jolloin sataa lunta 20 mm voidaan arvioida olevan lumivyöhykkeittäin:

I	20 - 25
II	30 - 35
III	40 - 45

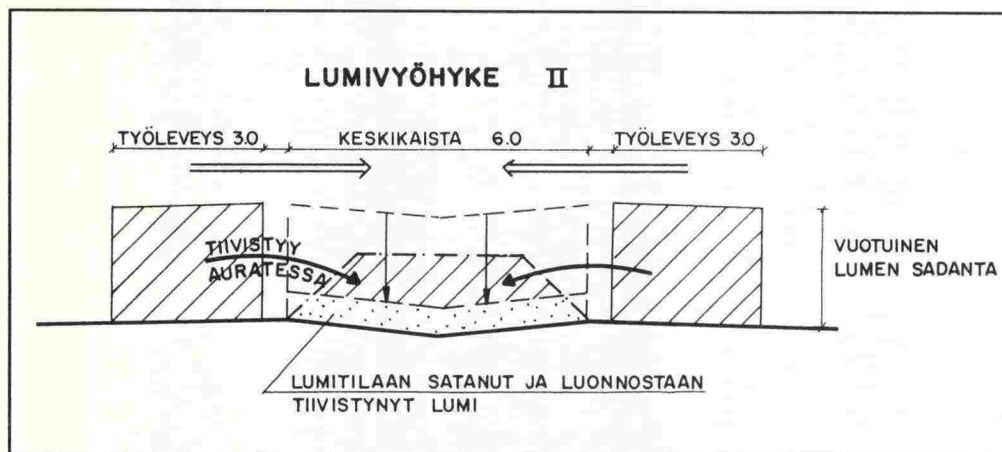
Riittävän lumitilan leveyttä on arvioitu sekä yksittäisen maksimilumisateen että koko talven kumulatiivisen lumisademäärän perusteella. Yksittäiseksi maksimilumisateeksi (mitoituslumisade) on valittu 3 tunnin pyry intensiteetillä 3 mm/h. Tämä vastaa noin 100 mm:n lumikerrosta. Tällaisia päiviä on yleensä 1 - 2 talvessa.

Toki suurempiakin yksittäisiä lumisademääriä esiintyy. Esimerkiksi Pirkanmaalla satoi lunta tammikuussa 1991 yhden vuorokauden aikana noin 200 mm.

Lumitilan leveyttä teoreettisesti mitoitettaessa on käytetty seuraavia lähtökohtia:

- * koko talven lumisademäärä tiivistyy noin 1/4 osaan sadesummasta eli lumisademäärän ollessa 2,5 m on lumen syvyys lumisadekauden lopulla noin 0,6 m
- * ajoradalle satanut lumi tiivistyy auratessa noin 1/5 sademäärästä, sataneen lumen tiheys on 100 kg/m³ ja auratun 300 - 500 kg/m³ (myös liikenne tiivistää ajoradalle satanutta lunta)
- * lumitilaan satanut lumi tiivistyy aurauslumen lentäessä päälle vielä noin 10 % alkuperäisen tiivistymisen lisäksi
- * aurausvalli asettuu lumitilaan luiskakaltevuuteen 1:1 (pysyy käytännössä jyrkemmässäkin kaltevuudessa)
- * yksittäinen mitoitussade on 100 mm lunta
- * lumitilassa on ainakin pieni ojanne, luiskakaltevuudet noin 1:10
- * ajoradat ja kevytliikenteen väylä sijaitsevat samassa tasossa

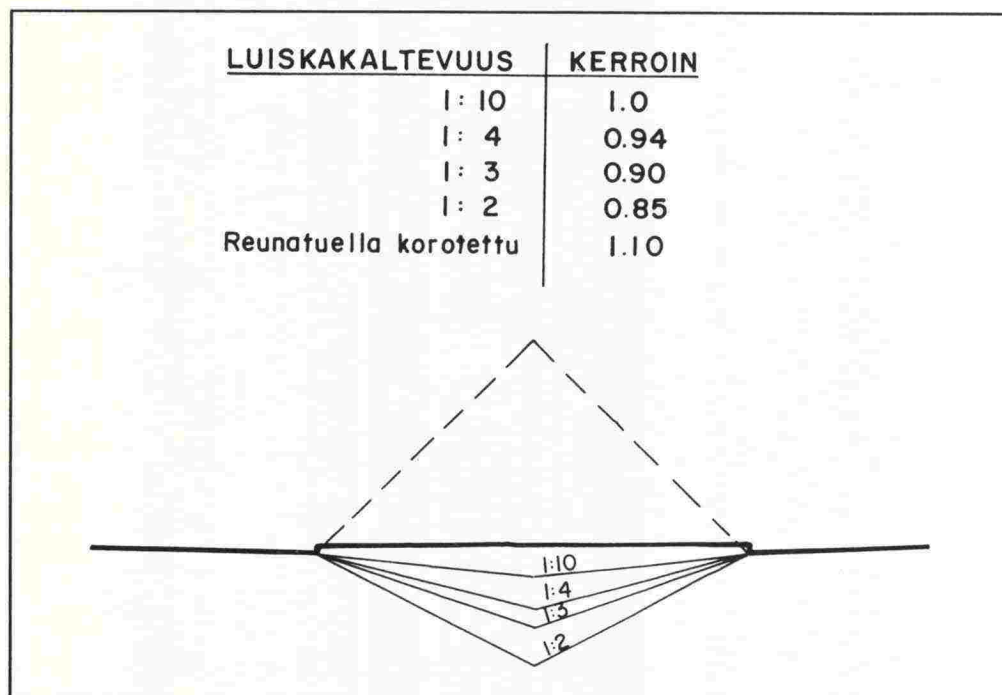
Kuvassa 4.23-2 on esimerkkinä 6 metriä leveän keskikaistan teoreettinen lumikertymä. Kummaltakin puolelta aurataan 3 m leveät alueet.



Kuva 4.3-1. Lumitilan teoreettinen mitoitus.

Kuusi metriä leveä alue pystytään lumivöhykkeellä II auraamaan hyvin 6 metrin keskikaistalle. Auraus olisi mahdollista jopa 8 metrin leveydeltä, mutta vallin korkeus voi rajoittaa lumen lentorataa.

Erotus- ja keskikaistan lumitilan suuruuteen vaikuttaa myös muoto. Kuvassa 4.23-3 on esitetty kertoimet, joilla lumitilan leveyttä voidaan korjata, mikäli käytetään muuta luiskakaltevuuksia kuin 1:10.



Kuva 4.3-2. Erotus- ja keskikaistan lumitilan tilavuuskertoimet eri luiskakaltevuuksilla.

4.4 Hyvyyssluokitus

Lumitilan mitoituksen perustaksi on tässä tutkimuksessa laadittu hyvyyssluokitus. Ratkaisun hyvyyteen talvikunnossapidon kannalta vaikuttavat seuraavat asiat:

- * mahtuuko koko talven aikana satanut lumi lumitilaan varastoon, vai onko lunta kuljetettava pois
- * mahtuuko yksittäinen mitoitus sade tilapäisesti varastoon
- * rajoittaako lumitilan kapeus aurasnopeutta
- * auraslumien kuormituksen sietokyky, lähinnä meluesteiden kohdalla

Mainituista lähtökohdista on johdettu neliportainen luokitus:

Hyvä lumitila: Lumitilaan mahtuu koko talven aikana aurattavalta alueelta aurattava ja siihen satanut lumi, eikä lumitilan kapeus rajoita aurasnopeutta.

Tyydyttävä lumitila: Lumitilaan mahtuu koko talven aikana aurattavalta alueelta aurattava ja siihen satanut lumi, mutta aurasnopeutta on paikoin alennettava, jotta auraslumi ei lennä erotuskaistan yli kevytliikenteen väylälle eikä keskikaistan yli toiselle ajoradalle - tai jotta lumi ei riko arkoja rakenteita.

Välttävä lumitila: Lumitilaan mahtuu suurin osa talven aikana aurattavalta alueelta aurattavasta ja siihen sataneesta lumesta - sateisena talvena lunta on kuljetettava pois.

Tilapäinen lumitila: Lumitilaan mahtuu yksittäisen rankan lumisateen lumi (noin 100 mm).

4.5 Mitoituskaavat

Maa jaetaan kolmeen lumivyöhykkeeseen kohdan 3.1 mukaan. Lumivyöhyke I käsittää 30 km:n levyisen rannikkoalueen Kokkolaan asti (Etelärannikko). Lumivyöhyke II käsittää Etelä- ja Keski-Suomen sisämaan. Lumivyöhykkeeseen III kuuluvat Lapin, Kainuun, Pohjois-Karjalan ja Oulun tiepiirit lukuunottamatta Oulun ympäristöä.

Seuraavassa on esitetty mitoituskaavat lumitilan leveydelle eri hyvyysluokissa. Kaavaesitys soveltuu käytettäväksi lähinnä esisuunnittelu- vaiheessa.

Hyvä lumitila

Erotus- ja keskikaistan sekä aurauslumelle arkojen rakenteiden kohdalla lumitilan leveys on

$$L \text{ (m)} \geq 0,12 \times V_a \text{ (km/h)}$$

V_a = aurausnopeus

Muissa tapauksissa hyvän lumitilan leveys lasketaan samalla tavalla kuin tyydyttävä lumitila.

Tyydyttävä lumitila

Tyydyttävän lumitilan leveys on (A = lumitilaan aurattavan alueen leveys)

Etelärannikolla	$L = 0,6 \times A$
Etelä- ja Keski-Suomen sisämaassa	$L = 0,8 \times A$
Pohjois-Suomessa	$L = 1,0 \times A$

Vähimmäisleveys tyydyttävälle lumitilalle on 3,5 metriä.

Välttävä lumitila

Välttävän lumitilan leveys on

Etelärannikolla	$L = 0,5 \times A$
Etelä- ja Keski-Suomen sisämaassa	$L = 0,6 \times A$
Pohjois-Suomessa	$L = 0,7 \times A$

Vähimmäisleveys välttävälle lumitilalle on 2,0 metriä.

Tilapäinen lumitila

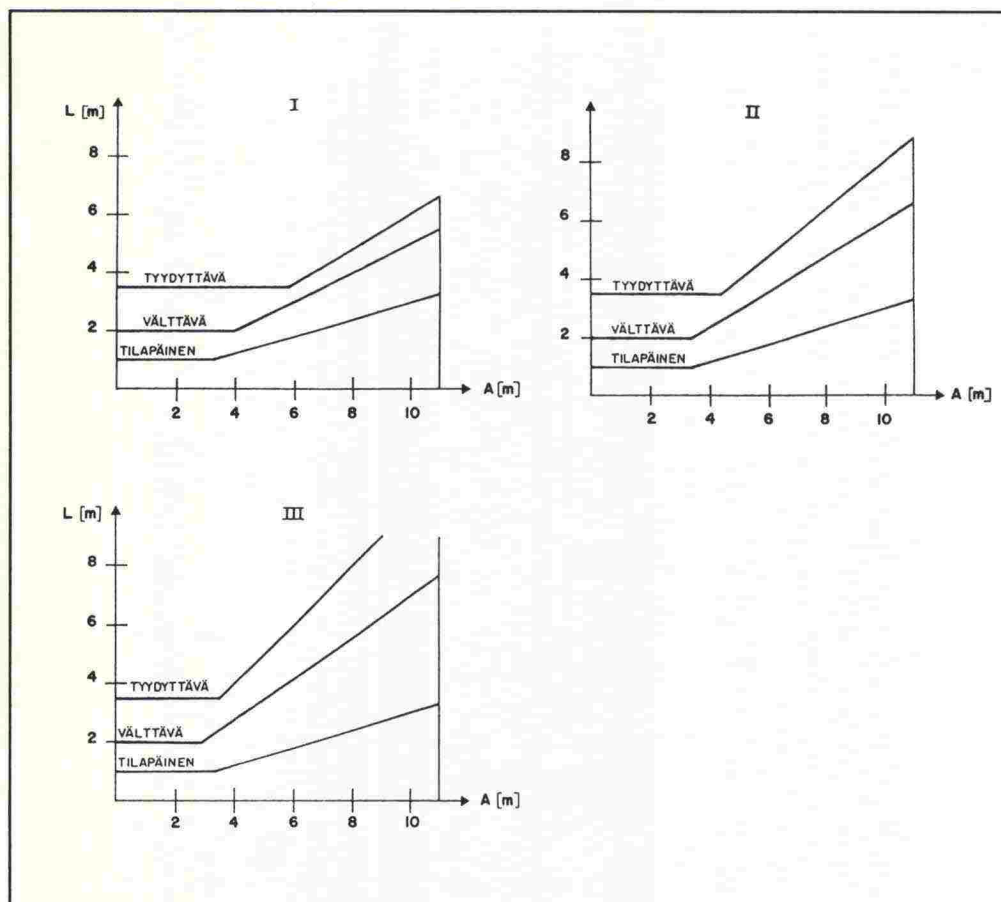
Tilapäisen lumitilan leveys lasketaan kaavalla

$L = 0,2 \times A$, kuitenkin vähintään 1,0 metriä.
--------------------	-----------------------------------

Mikäli aerausnopeutta V_a ei ole selvitetty muulla tavalla, voidaan valinta tehdä mitoitusnopeuden perusteella seuraavasti:

V_{mit}	V_a
80 - 120	60 - 70
60 - 70	50
50	40

Lumitilan mitoitus lumivyöhykkeittäin on esitetty diagrammimuodossa kuvassa 4.5-1.



Kuva 4.5-1. Lumitilan mitoitusdiagrammit.

Mitoituskäyriä on oletettu, että lumitilassa on ainakin pieni ojanne (luiskakaltevuudet n. 1:10). Mikäli luiskakaltevuudet eroavat tästä, korjaukset leveyteen tehdään seuraavan taulukon mukaan.

LUISKAKALTEVUUS	KORJAUSKERROIN
1:10	1.00
1:6	0.97
1:5	0.96
1:4	0.94
1:3	0.90
1:2	0.85
Reunatuella korotettu	1.10

Seinämän kohdalla lumitila saa olla 20 % kapeampi. Seinämiä ovat esimerkiksi lumen aurauskuorman kestäväksi mitoitettut meluaidat ja -seinät.

Korokkeet ovat huonompia lumivarastona kuin V-muotoiset erotus- ja keskikaistat. Korokkeilta valuu vettä ajoradalle, jolloin kevätaamuina voi ilmetä liukkaita. Korokkeelle mahtuu muutenkin vähemmän lunta.

Erotuskaistoilla suositellaan turvallisuus-, kantavuus- ja esteettisyys- syistä 1:4 tai loivempaa kaltevuutta. Myös kesäkunnossapito puoltaa enintään 1:3 kaltevuutta. Lumen varastoinnin kannalta kaltevuudet 1:2 ja 1:3 olisivat hyvä ratkaisu kapeilla 2 - 4 metrin erotuskaistoilla.

Lumen varastoiminen huonontaa näkemiä. Lumivallit eivät saisi olla liittymien näkemäalueilla korkeita, koska näkemäleikkaukset on tehty yleensä lumetonta ajankohtaa silmällä pitäen.

4.6 Mitoituksen valinta eri osissa taajamaa

Väljissä olosuhteissa kaavoittamattomilla alueilla ja maaseutumaisessa liikenneympäristössä olisi pyrittävä aina **hyvään lumitilaratkaisuun**.

Toiminnalliselta luokitukseltaan väylät ovat näillä alueilla yleensä valta- ja kantatietä tai seudullisia teitä. Sijaintinsa perusteella väylät ovat joko ohikulku- tai sisään tuloteitä.

Taajamien reuna-alueilla poikkileikkausratkaisun tulisi täyttää luokkien **hyvä tai tyydyttävä** vaatimukset. Näillä alueilla on usein kaavallisia rajoituksia liikennealueen leveydelle, joten tyydyttävä lumitila voi olla riittävä mitoituksen lähtökohta.

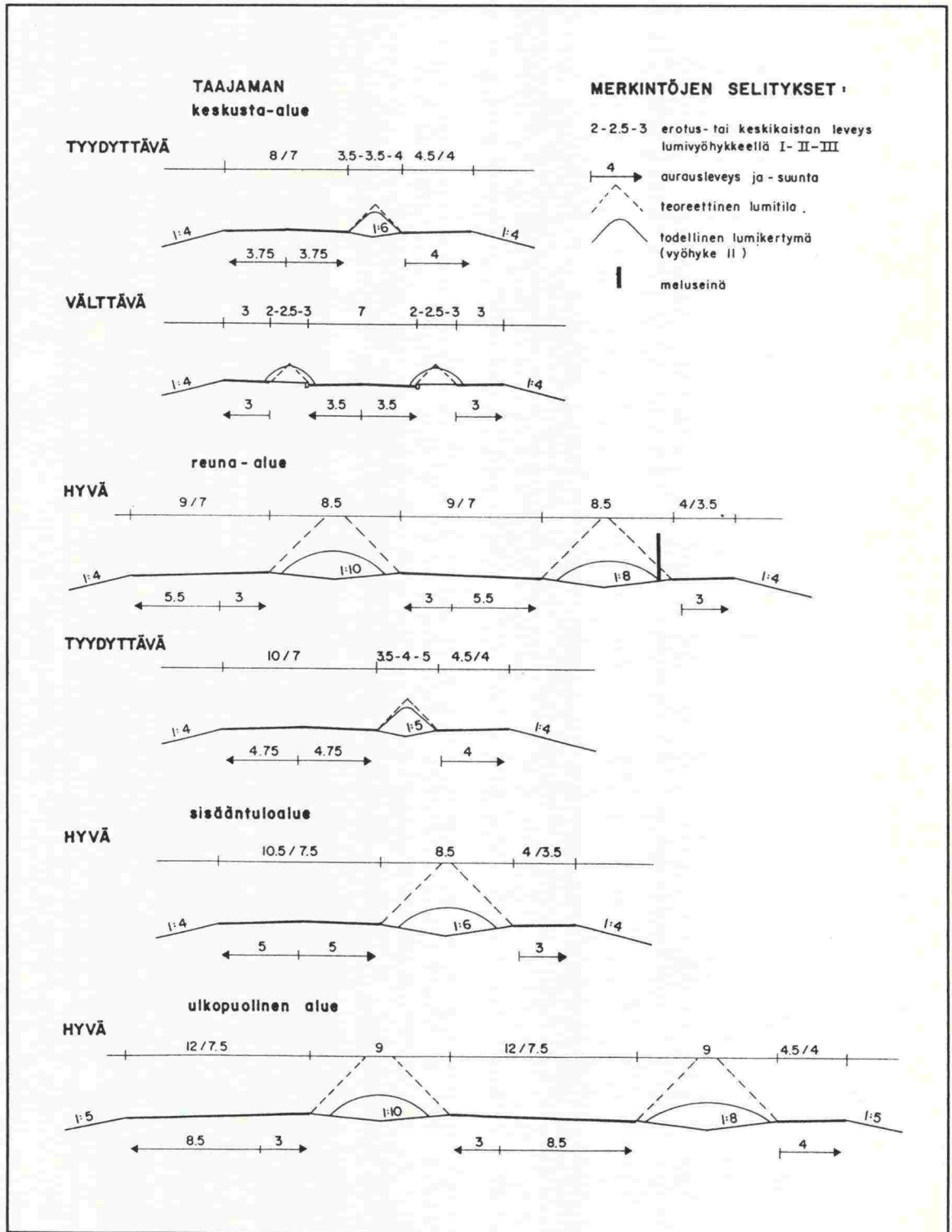
Tyypillisiä teitä reuna-alueilla ovat esimerkiksi keskustan ohikulkutiet ja sisään tulotiet. Toiminnalliselta luokaltaan mainitut väylät ovat seudullisia, alueellisia (maaseututaajamissa) tai kokoojateitä.

Taajaman keskusta-alueella on lähes aina kaavallisia rajoituksia liikennealueen leveydelle. Tästä huolimatta tulisi pyrkiä **tyydyttävään lumitilaratkaisuun**. Usein joudutaan tyytymään kuitenkin **välttävään** mitoitukseen. Tyypillisiä väyliä ovat keskustojen läpikulku- ja sisään tulotiet, joiden toiminnallinen luokka on yleensä joko kokoojatie tai yhdystie.

Erityiskohteissa on joskus tyydyttävä tilapäiseen lumitilaan, jolloin lunta joudutaan kuljettamaan pois yleensä muutaman sateen jälkeen. Tällaisia kohteita ovat kapeahkot risteyssillat ja ydinkeskustan väylät, joissa kevytliikenteen väylät on korotettu reunatuella ajoradasta.

4.7 Esimerkkiratkaisuja

Kuvassa 4.7-1 on lumitilamitoituksen teorian pohjalta saatuja poikki-leikkausratkaisuja eri osissa taajamaa.



Kuva 4.7-1.

Esimerkkejä ratkaisusta talvikunnossapidon kannalta.

5 SEURANTA

5.1 Seurannan sisältö

Lumitilojen mitoituskäyttöä ja hyvyysluokitusta testattiin seurannalla talvella 1990-91. Seurantaan kuului:

- * lumen sadannan ja syvyyden selvittäminen koko talven ajalta
- * lumikertymän mittaus erotuskaistalla
- * lumen tiivistyminen auroissa
- * lumitilojen riittävyyden arviointi
 - kyselytutkimuksella
 - lumitilaratkaisuja tutkimalla

Talvi 1990/1991 oli keskimääräistä vähälumisempi lumivyöhykkeillä I ja II. Suojasääjaksoja esiintyi jonkin verran. Lumivyöhykkeellä III talvi oli likimain pitkäaikaisten keskiarvojen mukainen.

5.2 Toteutunut lumen sadanta ja syvyys

Talven 1990-91 lumen sadanta- ja syvyydet kerättiin neljältä ilmastostasemalta eri puolilta Suomea: Pirkkalasta, Eurajoelta, Ilomantsista ja Oulusta.

Lumisademäärät ja lumensyvyys (kunkin kuukauden lopussa) kuukausittain on esitetty taulukossa 5-1, /10/.

LUMEN SADANTA/SYVYYS (Cm)	ILMASTOASEMA			
	Pirkkala	Eurajoki	Ilomantsi	Oulu
XI	21/11	17/5	49/30	23/21
XII	23/3	15/0	59/50	15/8
I	53/24	32/3	32/57	24/16
II	22/19	15/1	33/68	12/23
III	21/1	12/0	20/69	26/28
IV	10/0	5/0	34/11	8/0
Lumen sadanta, koko talvi	150	96	227	108

Taulukko 5-1. Lumen sadanta- ja syvyydet talvelta 1990/91.

5.3 Lumikertymä erotuskaistalla

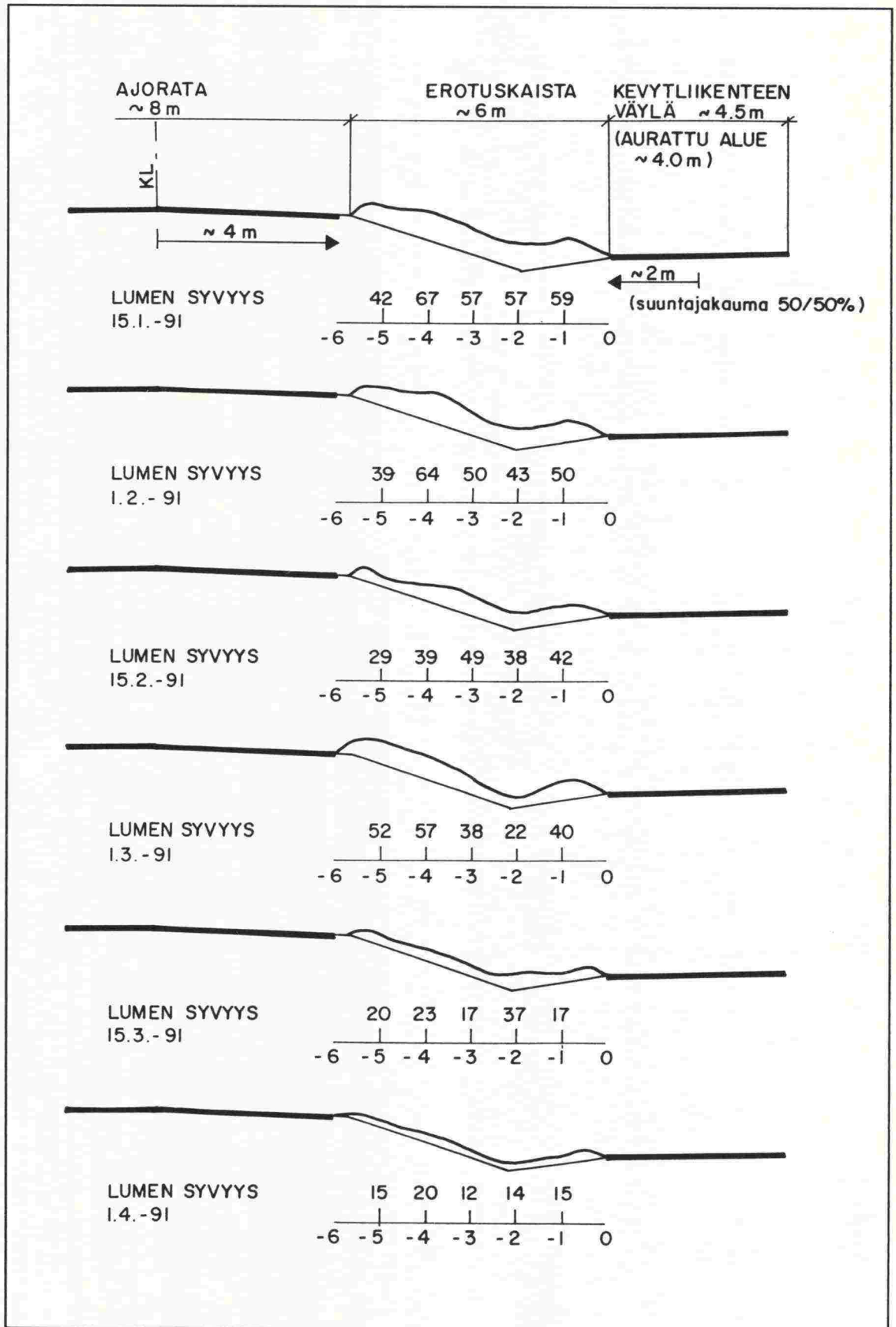
Lumikertymää seurattiin yhdessä kohteessa Kuljun paikallistiellä (Pt 13786) Sääksjärvellä, noin 100 metriä etelään Sääksjärven koululta.

Lumen syvyydet mitattiin 6 metrin levyiseltä erotuskaistalta viidestä eri pisteestä kaksi kertaa kuukaudessa kevättalven 1991 aikana.

Lumikertymä syntyi erotuskaistalle sataneesta ja ajoradalta noin 4 metrin leveydeltä sekä kevytliikenteen väylältä noin 2 metrin leveydeltä auratusta lumesta.

Kevytliikenteen väylä aurattiin molemmille puolille, joten arvio auraussuunnista on 50/50 %. Lumensyvyydet senttimetreinä on esitetty kuvassa 5-1.

Tulosten perusteella noin 5 metrin erotuskaista riittää lumen varastoksi 6 metrin aurattavalla alueella lumivyöhykkeellä II.



Kuva 5-1.

Lumen kertymä erotuskaistalle talvella 1991.

5.4. Lumen tiivistyminen auratessa

Aurauksen lunta tiivistävä vaikutus riippuu monesta seikasta:

- sataneen lumikerroksen paksuus
- sataneen lumen rakenne, tilavuuspaino ja kosteus
- käytössä oleva auratyyppe
- aurausnopeus
- aurauslumen varastotilan muoto
- tuuliolosuhteet

Teoreettisen tarkastelun yhteydessä on kokemusperäisesti oletettu, että lumi tiivistyy auratessa noin $1/4$ - $1/5$ alkuperäisestä tilavuudesta.

5.5 Lumitilan riittävyys

5.51 Kyselytutkimus

Talvikunnossapidon kannalta edullisia tilaratkaisuja selvitettiin kyselytutkimuksella, joka kohdistettiin talvikunnossapidon vastuuhenkilöille 20 tiemestaripiiriin eri puolille maata.

Kyselyssä pyydettiin kommentteja teoreettisesti mitoitettuihin erotus- ja keskikaistarakaisuihin. Lisäksi tiedusteltiin esimerkkiratkaisuja, lumenpoistokertoja, kallioleikkausten ja melusteiden lumitilojen riittävyyttä sekä lumenpoistoa näkemäalueilta.

Kyselyn tuloksista ja maastokäyntien yhteydessä saaduista tiemestareiden kommentteista on esitetty seuraavassa yhteenveto.

Lumivyyöhykkeen I tiemestarit pitivät erotus- ja keskikaistojen leveyksiä luokissa hyvä ja tyydyttävä riittävinä, mutta välttävän luokan ratkaisua ei pitäisi rakentaa. Välttävässä erotuskaistassa ajoradan ja kevytliikenteen väylän aurauksen ajoitus tuo ongelmia. Etelärannikon kaakkoisosissa tyydyttävän luokan mitoitus voisi olla leveämpi.

Luokan hyvä mitoitus pidettiin jopa liian suurena kesäkunnossapidon takia. Toimenpideaikojen lyhentyessä aurausnopeudet kasvavat, joten lähellä oleva kevytliikenteen väylä tukkeutuu välttävässä luokassa. Näkemäalueilta lunta poistetaan yleensä vain kerran talvessa pyöräkuormaajalla, tai valli mataloidaan höylän etulevyllä.

Lumivyöhykkeen II tiemestarit pitivät luokkien hyvä ja tyydyttävä leveysmitoitusta onnistuneena, varsinkin jos tyydyttävällä erotuskais-talla lumenpoisto suoritetaan pääasiassa tiehöylällä. Välttävä ratkaisu voitaisiin korvata päällysteellä.

Tilapäisessä lumitilassa reunatuen on oltava riittävän korkea ja kulu-tusta kestävä, eikä reunatukilinja saisi mutkitella paljoa. Kuopion ympäristössä tyydyttävään lumitilaan ei mahdu ehkä koko talven lumia. Välttävä ratkaisu tällä seudulla on huono. Näkemäalueilta joudutaan poistamaan lunta 1-4 kertaa talvesta riippuen.

Lumivyöhykkeen III tiemestareiden mukaan hyvä lumitila on riittävä varastotilaksi. Tyydyttävä lumitila on sinänsä riittävä, mutta lumivalli-en korkeus saattaa hankaloittaa aurausta. Mikäli tyydyttävässä erotuskaistaratkaisussa kevytliikenteen väylä on huomattavasti alem-pana kuin ajorata, aurauslumi valuu helposti kevytväylälle.

Välttävä lumitila ei sovellu lumivyöhykkeelle III ja se olisikin syytä korvata reunatuella korotetulla kevytliikenteen väylällä. Siitä saisi lumet työnnettyä ulkopuolelle paremmin kuin V-muotoiselta erotus-kaistalta.

Jotkut tiemestarit pitävät reunatuellisia ratkaisuja hankalina aurata. Korotetut kevytliikenteen väylät tulisi rakentaa niin leveiksi, että kuorma-autoauraus on mahdollista.

Mikäli korotettu jalkakäytävä on kapea ja ulkoluiska nousee heti jalkakäytävän reunasta, ei jää lumitilaa ollenkaan ja sulamisvedet aiheuttavat liukkaita. Tällainen hankala ratkaisu on mm. Kuortaneen keskustassa paikallistiellä 17487, missä jalkakäytävän leveys on vain 1,5 metriä.

Välttävään lumitilaan ei saisi istuttaa mitään, koska lumenpoisto vaikeutuu ja istutukset vahingoittuvat helposti.

Risteyssillalla lumet tulisi aurata heti pois ajoradalta kevytliikenteen väylälle. Risteyssilloilla pitäisi olla kaiteen korkuinen lumieste alla olevan tien kohdalla.

Mikäli lumivyöhykkeellä III etäisyys tien reunasta kalliroleikkaukseen on alle 4 metriä, joudutaan lunta poistamaan. Näkemäalueilta joudu-taan lunta poistamaan jopa 8 kertaa talvessa.

Kevytliikenteen alikulkukäytävien kohdalle ajoradalle toivottiin umpi-kaiteita, jotta lumi ei putoa auratessa kevytliikenteen väylälle.

Kevyttiikenteen alikulkukäytävät sijaitsevat usein liian lähellä liittymiä, jolloin lumitila luiskissa on pieni. Näissä tapauksissa saattavat kaiteetkin ulottua liittymien näkemäalueille ja kaiteiden päälle kertyvä lumi haitata näkyvyyttä.

Pitkien saarekkeiden lumenpoiston työmenetelmiä ja -koneita olisi kehitettävä. Sivusuunnan (myös pääsuunnan) reunatuella korotetut saarekkeet tulisi poistaa mahdollisuuksien mukaan.

Kaiteita on rakennettu erottamaan kevyttiikenteen väylä ajoradasta. Ratkaisu on koettu hankalaksi lumenpoiston kannalta.

Jos keskikaista on tyydyttävä tai välttävä ja väylä joudutaan ylittämään, syntyy vaaratilanteita kun aurausvallit rajoittavat näkyvyyttä. Ongelma on tuttu esimerkiksi Joensuun pohjoispuolella valtatiellä 18.

Kaiteellisia, jyrkkäluiskaisia ratkaisuja tulisi välttää. Loivat luiskat ovat talvikunnossapidon kannalta paljon parempia, kaiteita tulisi käyttää vain silloilla. Matalat betonikaiteet, korkeus 500 - 600 mm, eivät vaikeuta kovin paljon aurausta.

Lumenpoisto kapeilta erotus- ja keskikaistoilta on sekä kallista että vaarallista. Esimerkiksi Kuopiossa lumenpoiston kustannukset valtatie 5:n keskikaistalta (leveys 3 - 4 m) noin 9 kilometrin matkalta olivat 500 000 markkaa.

5.52 Esimerkkikohteita

Lumitilaratkaisuja käytiin kuvaamassa ja arvioimassa eri osissa Suomea. Oheisten esimerkkikohteiden hyvyttä on arvosteltu lyhyesti lumitilaluokituksen valossa.



Kuva 5-2.
Pori, Mt 2442, Kokemä-
enjoen silta. Kaiteet vai-
keuttavat lumenpoistoa,
sulamisvesistä roiske-
haittoja.



Kuva 5-3.
Rauma, Vt 8. Hyvä
lumitila erotuskaistalla,
leveys noin 10 m. Jyr-
kät luiskat rumat.



Kuva 5-4.
Porvoo, Kt 55. Tyydyt-
tävä lumitila keskikais-
talla, leveys noin 4 m.

Kuva 5-5.
Mäntsälä, Mt 147. Tyydyttävä lumitila erotuskaistalla tasoerosta huolimatta, leveys noin 5 m.



Kuva 5-6.
Lahti, Vt 12. Välttävä lumitila keskikaistalla, leveys noin 3 m.

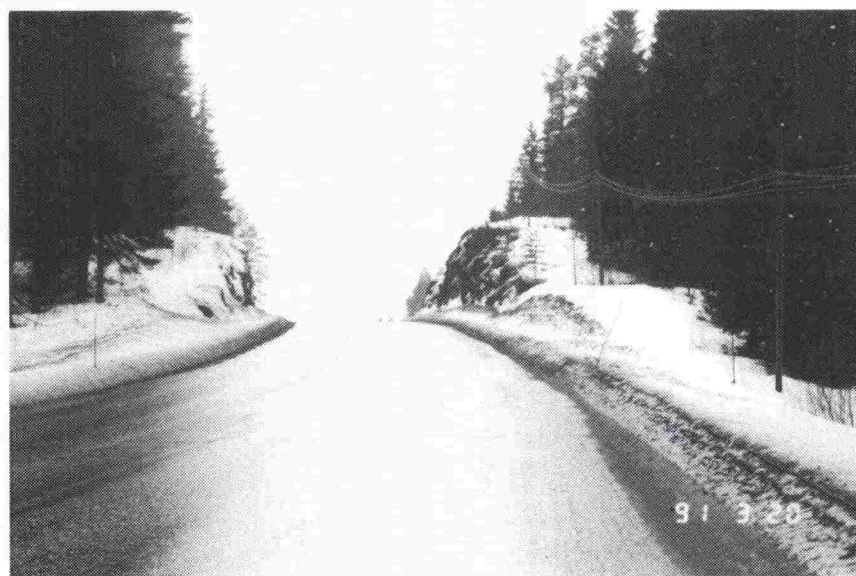


Kuva 5-7.
Lahti, Vt 12. Huono keskikaistaratkaisu, leveys noin 1,5 m, lunta ei voida varastoida, eikä poistaa.





Kuva 5-8.
Lahti, Vt 4. Välttävä
lumitila keskikaistalla,
leveys noin 3 m.



Kuva 5-9.
Mikkeli, Kt 62. Ahdas
kallioleikkaus, leveys
tien reunasta kallioon
noin 3 m. Sulamisvedet
jäätyvät ajoradalle.
Lunta joudutaan poista-
maan.

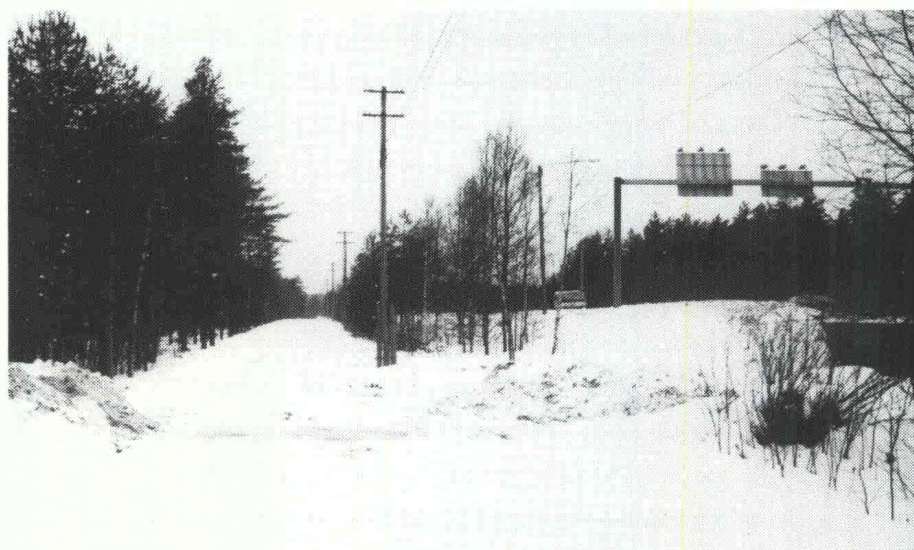


Kuva 5-10.
Joensuu, Vt 6, Pielis-
joen silta. Tilapäinen lu-
mitila, noin 1,5 m, le-
veällä kevytliikenteen
väylällä. Hyvä leveys-
mitoitutus.

Kuva 5-11.
Joensuu, Vt 18. Tyydyttävä lumitila keskikaisalla, leveys noin 6 m.



Kuva 5-12.
Onttola, Vt 17. Hyvä lumitila erotuskaistalla, leveys noin 10 m. Erotuskaistalle sopivat sekä lumet että istutukset.



Kuva 5-13.
Onttola, Vt 17. Kevytliikenteen alikulkukäytävän kuivatuksesta pitäisi huolehtia varsinkin runsaslumisella alueella.





Kuva 5-14.
Kuopio, Vt 5. Tyydyttävä lumitila erotuskais-
talla, leveys noin 6 m. Tasoerosta johtuen lumi
saattaa lentää aurates-
sa kevytliikenteen väy-
lälle.



Kuva 5-15.
Kuopio, Vt 5. Välttävä
lumitila keskikaistalla,
leveys noin 3 m. Keski-
kaistalle on tulossa kai-
teet, jotka vaikeuttaisi-
vat tilan käyttöä lumiti-
lana.



Kuva 5-16.
Rautalampi, Vt 5. Hyvä
lumitila tien reunan ja
kallioleikkauksen välis-
sä, leveys 5 - 6 m, run-
saslumisella alueella.
Sulamisvedet eivät valu
ajoradalle, eikä lunta
tarvitse poistaa.

Kuva 5-17.
Jyväskylä, Pt 16713.
Välttävä lumitila erotus-
kaistalla, leveys noin 3
m. Lunta joudutaan
poistamaan keskimää-
rin 1-2 kertaa talvessa.



Kuva 5-18.
Jyväskylä, Vt 4, ramp-
pisilta. Sillan mitoituk-
sessa huomioitu tilapäi-
nen lumitila, kevytlii-
kenteen väylän reu-
naan voidaan aurata
noin 2 metrin lumivalli.



Kuva 5-19.
Säynätsalo, Pt 16621,
Lauhunsalmen silta.
Kaiteella erotetut noin
1 m leveät kevytliiken-
teen väylät ovat hanka-
lat talvikunnossapidol-
lisesti.





Kuva 5-20.
Säynätsalo, Pt 16621. Hyvä erotuskaistarakaisu, kevytliikenteen väylän suuntaus on sopuisuudessa maaston kanssa.



Kuva 5-21.
Muurame, Mt 609. Hyvä lumitila erotuskais-talla, leveys noin 6 m, aurasnopeus ≤ 50 km/h.



Kuva 5-22.
Haapajärvi, Kt 87. Maalauksella erotettu kevytliikenteen väylä on aurauksen kannalta hyvä ratkaisu. Maaliviiva pitäisi olla myös näkyvissä, ettei kevytliikenne ajaudu ajoradalle.

Kuva 5-23.

Kokkola, Vt 8. Hyvä ratkaisu, aurauslumet sopivat ajoradan ja meluvallin väliin, eikä kevytliikenteelle ole haittaa aurauksesta.



Kuva 5-24.

Vaasa, Vt 8. Tyydyttävä lumitila erotuskaistalla, leveys noin 5 m.



Kuva 5-25.

Vaasa, Vaskiluodon silta. Korotettu kevytliikenteen väylä on liian kapea, ei edes tilapäistä lumitilaa.





Kuva 5-26.
Vaasa, Vt 3. Hyvä lumitila keskikaistalla, leveys 8-20 metriä. Keskikaistalle sopivat sekä istutukset että lumet.



Kuva 5-27.
Ilmajoki, Mt 700. Hyvä lumitila erotuskaistalla, leveys noin 7 m. Samalla on säilytetty taajamakuvallisesti arvokkaita elementtejä.



Kuva 5-28.
Parkano, Vt 3. Hyvä lumitila erotuskaistalla, leveys yli 10 metriä. Kaitteita rakennettu ehkä liikaa aurausta ajatellen.

6 LUMITILARATKAISUJEN VAIKUTUKSET LIIKENNE- YMPÄRISTÖSSÄ

6.1 Vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Mikäli tien poikkileikkauksen mitoituksessa päästään lumitilaluokituksen hyvään tai tyydyttävään ratkaisuun, ei lunta tarvitse poistaa juuri ollenkaan. Poikkeuksena ovat lähinnä liittymien näkemäalueet ja erityiskohteet, kuten pysäkit.

Lumenpoistosta aiheutuvat onnettomuudet saadaan näin eliminoitua lähes kokonaan. Mainittuja onnettomuuksia sattuu keskimäärin 2 kappaletta viidessä vuodessa. Talvikunnossapitotöissä sattuu yhteensä keskimäärin kymmenkunta onnettomuutta vuodessa /17/.

Hyvä lumitila keskikaistalla tarkoittaa, että lumi ei lennä vastaantulevien ajoneuvojen kaistalle, vaikka aurataankin maksiminopeudella. Myös erotuskaistalla hyvä lumitila mahdollistaa aurauksen suurella nopeudella vaarantamatta kevytliikenteen turvallisuutta. Poikkileikkauksratkaisuihin, joissa tien osien välillä on huomattavia tasoeroja, saattaa auraussuihku ulottua liian pitkälle.

Hyvän lumitilan edellyttämä poikkileikkaus eliminoi tehokkaasti autojen suistumisen vastaantulevien ajoradalle ja kevytliikenteen väylälle. Asia on merkittävä liikenneturvallisuuden kannalta, onhan noin joka kolmas autoliikenteen onnettomuus suistumisonnettomuus.

Lumitilan ollessa tyydyttävä joudutaan auranopeus sovittamaan liikenneympäristön mukaan. Lumenpoistoa ei tarvita, joten siitä aiheutuvat vaaratilanteet vältetään.

Jos tyydyttävän lumitilan luiskakaltevuudet ovat 1:5 tai jyrkempiä, estyy ajoneuvon sinkoutuminen vastaantulevien ajoradalle tai kevytliikenteen väylälle tehokkaasti. Kaitteita tulisi välttää, koska ne vaikeuttavat kunnossapitoa ja aiheuttavat kinostumista ja sulamisvesien jäätymisongelmia. Kaitteita pitäisi pyrkiä korvaamaan luiskaloivennuksiin ja reunapaaluihin.

Välttävä ja tilapäinen lumitila eivät ole liikenneturvallisuuden kannalta hyviä ratkaisuja. Lunta joudutaan poistamaan useitakin kertoja talvessa. Lisäksi näiden lumitilojen leveys ei riitä eliminoimaan suistumisonnettomuuksien haittoja jos kaitteet puuttuvat.

Suuret lumikertymät aivan ajoradan vieressä tuovat sulamisvesiä ajoradalle. Jäättäminen aiheuttaa onnettomuusriskin varsinkin kevätaamuina.

6.2 Vaikutukset visuaalisiin näkymiin

6.21 Poikkileikkauksen muotoilu

Poikkileikkauksratkaisua mietittäessä on otettava huomioon oleelliset ympäristöön vaikuttavat tekijät liikenteellisten seikkojen lisäksi. Lumen varastoinnin kannalta V-muotoinen erotus- ja keskikaista on parempi kuin korokeratkaisu.

Varsinkin taajaman keskusta-alueilla luiskakaltevuus 1:3 tai jyrkempi on esteettisesti huono. Erotuskaistan suositeltava luiskakaltevuus on 1:4 tai loivempi esteettisyys-, kantavuus- ja turvallisuussyistä. Kesä-kunnossapidon takia suositeltava enimmäiskaltevuus on 1:3.

Ainakin leveiden erotuskaistojen muotoilussa kannattaa harkita joidenkin taitekohtien pyöristystä. Kaiteellisten keskikaistaratkaisujen yhteydessä voidaan kaiteiden välisellä osuudella käyttää jyrkkiäkin luiskakaltevuuksia, esim. 1:3, mikäli huoltotoimenpiteet sallivat. Tällaiset jyrkät luiskat eivät näy häiritsevästi "ulospäin", mutta antavat lumen varastotilaa lisää.

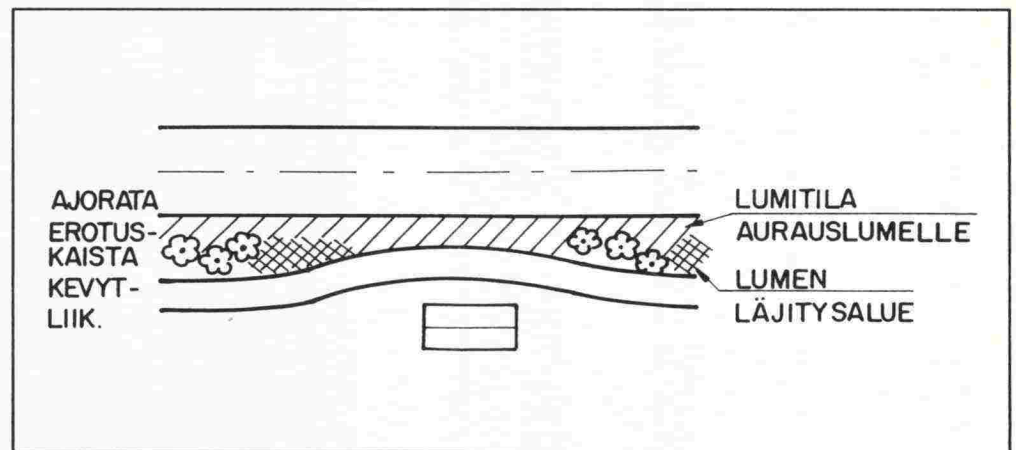
Reunatuella korotetut keskikaistat ovat sulamisvesien kannalta hankalia. Jäätyessään sulamisvedet vaarantavat liikenneturvallisuutta. Sulamisvesien roiskeista aiheutuu näkemishaittoja. Lisäksi nastat kuluttavat märkää tien pintaa enemmän kuin kuivaa. Mikäli keskikaistalla ei ole riittävästi varastotilaa lumelle, tulisi kaikki lumi aurata pois päin keskikaistasta.

Ajoratojen tasoero kaksiajorataisilla teillä on ongelmallinen monesta syystä: Se on esteettisesti huonompi ratkaisu kuin samassa tasossa olevat ajoradat. Aurauslumi lentää helpommin alemmalle tasolle kapeahkoilla keskikaistoilla. Lisäksi keskikaistalle varastoitu aurauslumi aiheuttaa sivutuulella kinostumista alemmalle ajoradalle. Lumi-varaston sulamisvedet jäätyvät kevätöinä ajoradalle ja aiheuttavat liukautta aamuisin. Yksi myönteinen vaikutus tasoerolla joissakin tapauksissa on: ajovalojen häikäisy saattaa eliminoidua.

Riittävän leveä erotus- ja keskikaista voidaan tasoerosta huolimatta muotoilla siten, että alemman ajoradan viereen jää reilu ojanne keräämään sulamisvesiä. Näin voidaan ennalta ehkäistä jäätymisongelmia.

Erotuskaistalla tasataan joskus korkeuseroja. Varastoinnin kannalta ratkaisu on huono, koska lumi "vierii" aurauksen jälkeen alemmalle tasolle etenkin, jos luiskakaltevuus on 1:3 tai jyrkempi.

Kevytliikenteen väylän suuntausta suunniteltaessa voidaan erotuskaistan leveyttä vaihdella siten, että tietyille kohdille jätetään tilaa lumen läjitykselle - ei kuitenkaan näkemäalueille. Usein rakennukset, suojeltava kasvillisuus ja maaston muodot johtavat tällaiseen ratkaisuun. Kuvassa 6.21-1 on esitetty periaate lumitilojen varaamisesta.



Kuva 6.21-1. Lumitilan varaaminen erotuskaistalla.

6.22 Istutusten merkityksestä

Taajamien keskusta-alueiden vilkkailla teillä käytetään puita ja pensaita häikäisyn, päästöjen ja roiskumisen haittojen vähentämiseen. Joskus pyritään melun vaimentamiseen ainakin "psykologisesti": Melu koetaan vähemmän häiritseväksi, kun lähdettä ei nähdä.

Tiiviisti asutuilla alueilla istutuksille tulisi saada inhimillinen mitta-kaava, mikä edellyttää lähinnä puiden käyttöä. Istutuksilla pyritään myös visuaalisesti näkymien rajaamiseen ja osittain estämiseen. Jyrkissä luiskissa kasvillisuuden juuristolla sidotaan maata eroosion vähentämiseksi.

Taajamien reuna-alueilla jäsennöidyillä istutuksilla tuetaan taajamakuva. Pääasiallisesti käytetään puustoa ja istutuksissa pyritään puistomaisuuteen. Istutukset olisi ryhmiteltävä pitkiksi yhtenäisiksi jonoiksi, koska muutaman puun ryhmät tekevät näkymän levottomaksi.

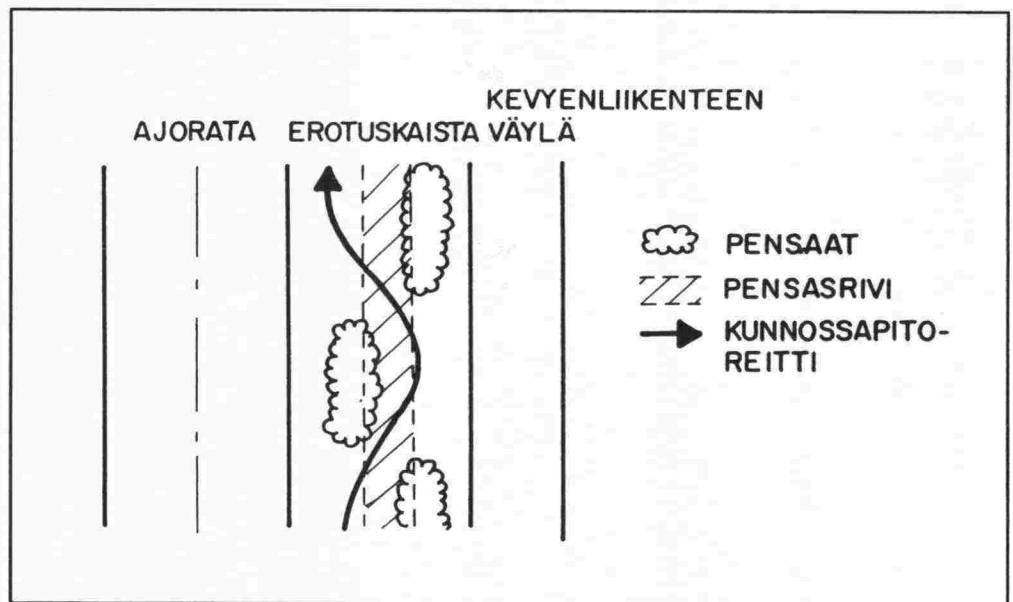
Maaseututeillä, missä nopeudet ovat suuria, istutuksia tehdään vähän. Istutusten kunnossapito on myös vähäistä. Puusto soveltuu optiseen ohjaukseen ja liittymäjärjestelyjen selkeyttämiseen. Erityiskohteet, kuten tien ja vesistön välivyöhyke, pitkä peltomaisemajakso saadaan elävöityä puiden avulla.

Kinostumisalttiissa kohdissa käytetään puita joskus tuulen sitomiseen. Maaseututeiden ympäristöön ei yleensä istuteta pensaita /18/.

6.23 Istutusten sopivuus valittuihin ratkaisuihin

Leveät, yhtenäiset pensasrivit erotus- ja keskikaistoilla vähentävät alueiden sopivuutta lumitilaksi. Pensaat pienentävät käytettävää tilaa ja vaikeuttavat kunnossapitoa. Kapeilla erotus- ja keskikaistoilla 2 - 3 m, lumenpoisto pensaistojen vierustoilta vaikeutuu. Usein pensaat myös vahingoittuvat aurauksen ja lumenpoiston takia.

Mikäli erotuskaista on riittävän leveä, noin 5 metriä, olisi yksi mahdollisuus istuttaa pensaat vuoroin eri laidoille, kuva 6.23-1. Tällöin säilyisi vaikutelma yhtenäisestä vihermassasta, mutta edellytykset lumenpoistolle ja kesäkunnossapidolle paranisivat verrattuna yhtenäiseen pensasriviin.



Kuva 6.23-1. Kunnossapidon kannalta hyvä pensaiden ryhmitys erotuskaistalla.

Puut eivät vaikeuta talvikunnossapitoa yhtä paljon kuin pensaat. Erotus- ja keskikaistojen puuistutusten lomaan sopii lunta varastoon. Puiden keskinäisen etäisyyden olisi kuormauksen takia oltava vähintään 5 metriä. Lumenpoisto tapahtuu kuitenkin liikennöintialueille päin aiheuttaen vaaratilanteita.

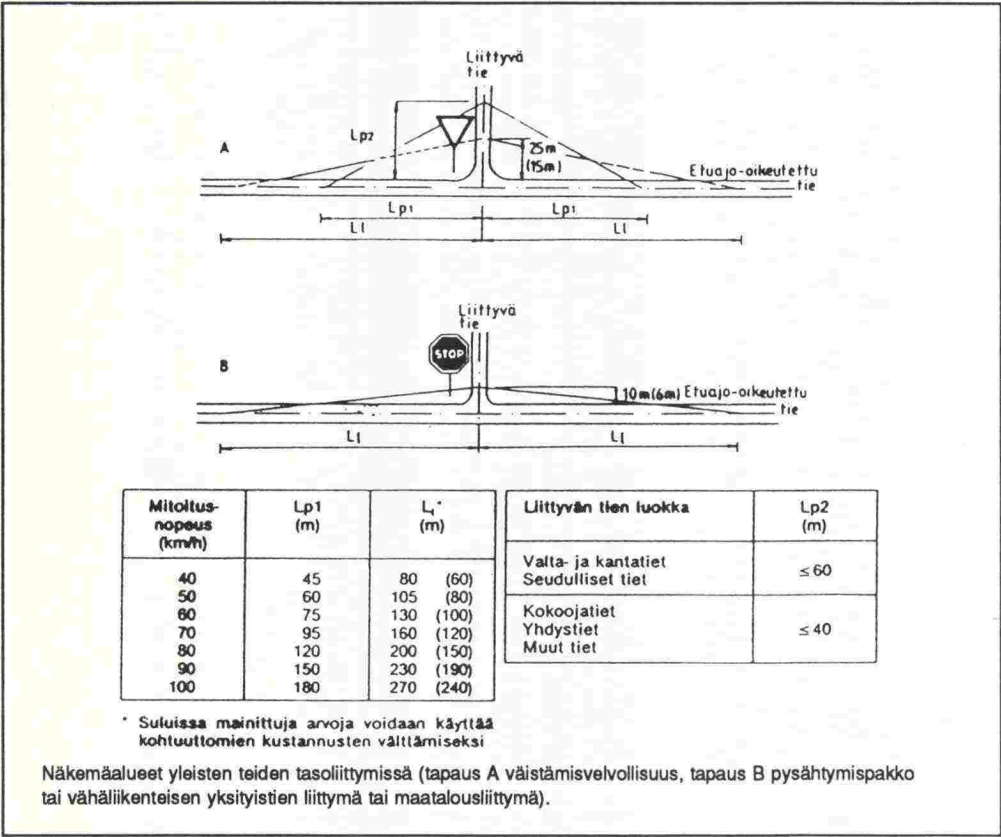
Lumitilaluokituksen hyvään ja tyydyttävään erotus- ja keskikaistaratkaisuun voidaan yleensä istuttaa sekä pensaita että puita. Riittävä vapaa tila liikennetilan sivulla täytyy säilyttää.

Jos välttävästä lumitilasta joudutaan poistamaan lunta, tilassa ei saisi olla pensaita vahingoitettavina. Puita saa olla harvassa, mutta ne on varmintä suojata.

Tilapäiseen lumitilaan ei tulisi istuttaa pensaita, mutta joissakin tapauksissa puita voidaan istuttaa. Kapeille korotetuille erotus- ja keskikaistoille ei tulisi istuttaa runsaasti pensaita ja puita, koska niistä putoaa roskia reunatukien viereen vaikeuttamaan kuivatusta.

Keskikaistoille pensaiden istutus on usein perusteltua esteettisistä syistä. Joskus pensasistutuksia perustellaan häikäisyistä. Tämä on kuitenkin kyseenalaista, sillä yleensä pensaissa ei ole lehtiä siihen vuodenaikaan kun ajovalojen häikäisy on voimakkainta.

Liittymäalueilla lumen varastointi näkemäalueille on liikenneturvalisuusriski. Näkemäalueiden muotoilu on yleensä tehty kesäolosuhteiden mukaisesti. Puut ja varsinkin pensaat vaikeuttavat vielä tilannetta lisäämällä kinostumista. Näkemäalueille ei tulisi istuttaa kuin runko-puita ja niitäkin harkiten.



Kuva 6.23-2. Näkemäaluevaatimukset.

Näkemäalueiden luonnontilaisia painanteita ei pitäisi aina muotoilla. Painanteet voisivat toimia lumen varastoalueina osaltaan.

Suojateiden sekä kevytväylien ja ajoratojen risteyskohdat tulisi yleensä jättää istutuksitta. Mikäli kasvillisuutta välttämättä halutaan näille alueille, pitäisi valita enintään 0.5 metriä korkeiksi kasvavia lajeja.

Liitteessä 2 on taulukoituna joidenkin puiden ja pensaiden osalta sopivuus eri lumivyöhykkeille. Havupuiden käyttöä olisi vältettävä liikenneympäristössä huonon saasteiden sietokyvyn takia /18/.

Valittaessa istutuksia paikkaan, johon varastoidaan auraslunta on muistettava suuri kuormituspaine. Lisäksi istutusten on siedettävä hyvin liikenteen päästöjä ja tiesuoloja.

7 ERITYISKYSYMYKSIÄ

7.1 Meluesteet

7.11 Melukaiteen vaikutus talvikunnossapitoon

Melukaiteet ovat maassamme vielä kokeiluasteella. Koska käyttö on lisääntymässä, selvitetään tässä joitakin seikkoja talvikunnossapidon kannalta.

Valtatiellä 11, Nokian moottoritie, käynnistettiin melukaidekokeilu syksyllä 1990. Kaiteen rakennusmateriaali on teräsbetonia, pituus on 330 metriä ja korkeus 1,0 metriä. Liitteessä 3 on esitetty melukaiteen sijainti poikkileikkauksessa.

Kunnossapitäjää haastatteleamalla selvisi, että melukaiteen vierestä jää auraamatta kääntölumiauralla n. 0,2 m:n levyinen alue ja vinoetuauralla n. 0,7 m:n levyinen alue. Aurausnopeutena on ollut kaiteen kohdalla 40-60 km/h, sohjoauralla 30-40 km/h.

Metrin korkuisen melukaiteen yli arvioitiin lentävän pehmeästä pulverilumesta 80 % ja painavammasta tiivistyneestä lumesta 50 %.

Talvella 1990/91 lunta poistettiin yhden kerran sivulle kaatavalla pyöräkuormaajalla. Vesisohjoa poistettiin noin 10 kertaa traktorilla. Kinostumisongelmia ei esiintynyt. Syynä saattoi olla, että kaiteen takana on tuulta vaimentava mäki.

Melukaiteen kohdan kuivatus on hoidettu hulevesikaivoin, joista on purkuputket sivuojaan. Kaivot jäätyivät talven aikana ja niitä sulatettiin aika ajoin. Kaiteen vierustalle syntyi 50 - 100 mm:n paksuinen jääkerros, jota poistettiin höylällä.

Moottoritien kuivatusjärjestely on osoittautunut toimivaksi. Hulevesikaivoja on noin 50 metrin välein. Tiessä on sivukaltevuutta riittävästi, mutta pituuskaltevuutta saisi olla meluidan osuudella 1-2 %.

Seuraavassa esitetään laskelma, paljonko melukaide (korkeus n. 1 metri) aiheuttaa lisäkustannuksia talvikunnossapidolle kilometriä kohden:

Lumen poisto pyöräkuormaajalla

2 kertaa/talvi x kesto 4 h/kerta x 300 mk/h x 1000/330 = 7500 mk/km

Sohjon poisto traktorilla

10 kertaa/talvi x kesto 1 h/kerta x 200 mk/h x 1000/330 = 6000 mk/km

Jään höyläys

2 kertaa/talvi x kesto 1 h/kerta x 300 mk/h x 1000/330 = 2000 mk/km

Kaivojen sulatus

5 kertaa/talvi x 20 kaivoa/km x 10 mk/kaivo = 1000 mk/km

Yhteensä lisäkustannuksia kertyisi noin 17000 mk/talvi melukaidekilometriä kohden. On huomattava, että jos melukaide olisi $\geq 1,5$ metriä, lähes kaikki lumi jäisi auratessa kaiteen viereen ja talvikunnossapitokustannukset olisivat huomattavasti korkeammat.

Aurauslumen kasaamista melukaiteen viereen edes tilapäiseen varastoon olisi vältettävä, koska pientareen käyttö turvavyöhykkeenä vaikeutuu: Jään muodostus lisääntyisi lumivallin alaosaan. Kuvassa 7.11-1 näkyy, kuinka aurauslumi ja sohjo kasautuu ajoradan ja melukaiteen väliin estäen osittain pientareen käytön hätätilanteissa.

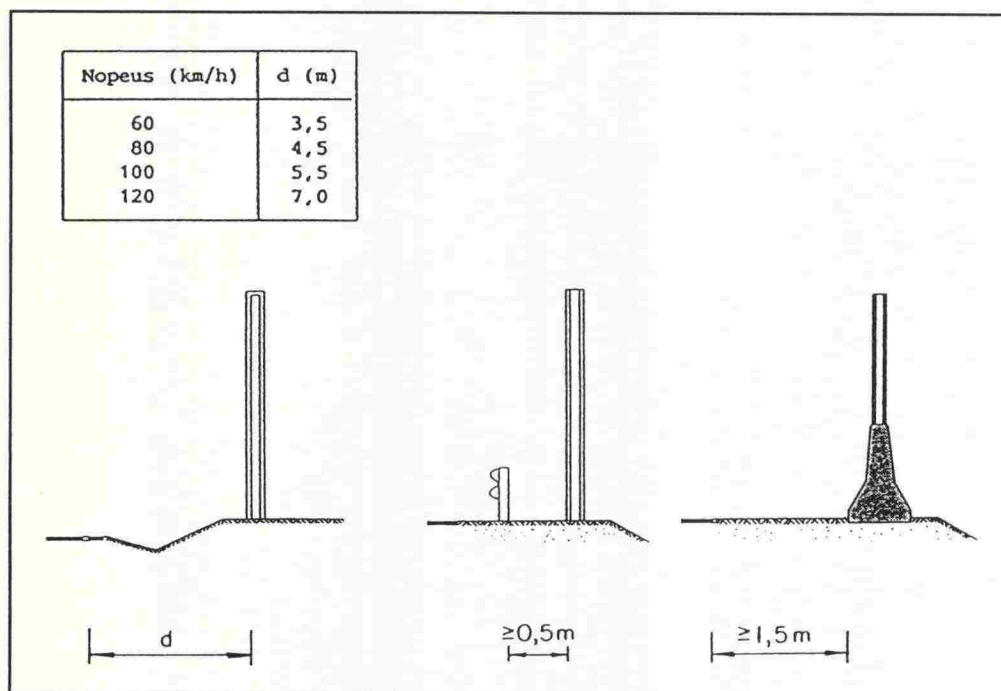


Kuva 7.11-1. Melukaidekokeilu valtatiellä 11.

7.12 Meluseinän vaikutus talvikunnossapitoon

Meluseinien rakenneteknisiä laatuvaatimuksia koskeva ohje valmistui keväällä 1990. Julkaisussa on käsitelty myös meluseinän mitoittamista aurauslumen kuormitusta kestäväksi /6/.

Meluseinän sijainnille tien reunaviivaan nähden on annettu etäisyysvaatimukset, kuva 7.12-1. Etäisyydet 3,5 ja 4,5 metriä ovat liian pienet, jos aurattavan alueen leveys on suuri, esimerkiksi 8-9 metriä.



Kuva 7.12-1. Esimerkkejä meluseinän sijoittamisesta /6/.

Kuvan 7.12-1a kohdan ratkaisu on ilmeisen vaarallinen, jos ojan luiskat ovat jyrkät: Ensimmäisillä aurauskerroilla oja täyttyy ja tielläliikkujalle saattaa syntyä harhakäsitys, että pinta on kantava meluseinään asti. Pientareelle väistettäessä ajoneuvo voi ajautua ojaan. Vain matala ojanne (luiskakaltevuudet n. 1:10) lienee turvallinen.

Kuvan 7.12-1b kohdan tapauksessa lumen kasautuminen kalteen ja meluseinän väliin aiheuttaa ongelmia: Lunta on hankala poistaa muuten kuin käsityönä ja sulamisvedet tuovat ajoradalle liukkaita.

Mikäli tien ja meluseinän välisen ojan luiskat ovat jyrkät, esimerkiksi 1:2, on lumelle varastotilaa, mutta luiskat vaikeuttavat liikkumista lunta poistettaessa. Matala ojanne noin 1:10 luiskin olisi parempi ratkaisu.

7.2 Saarekkein kanavoidut liittymät

7.21 Saarekkeiden talvikunnossapito

Saarekkein toteutettu kanavointi selkeyttää liikennöintiä liittymäalueella ja suojaa törmäyksiltä portaaleihin, pylväisiin yms. Korotettu liittymäkanavointi aiheuttaa kuitenkin monia vaikeuksia talvikunnossapidolle.

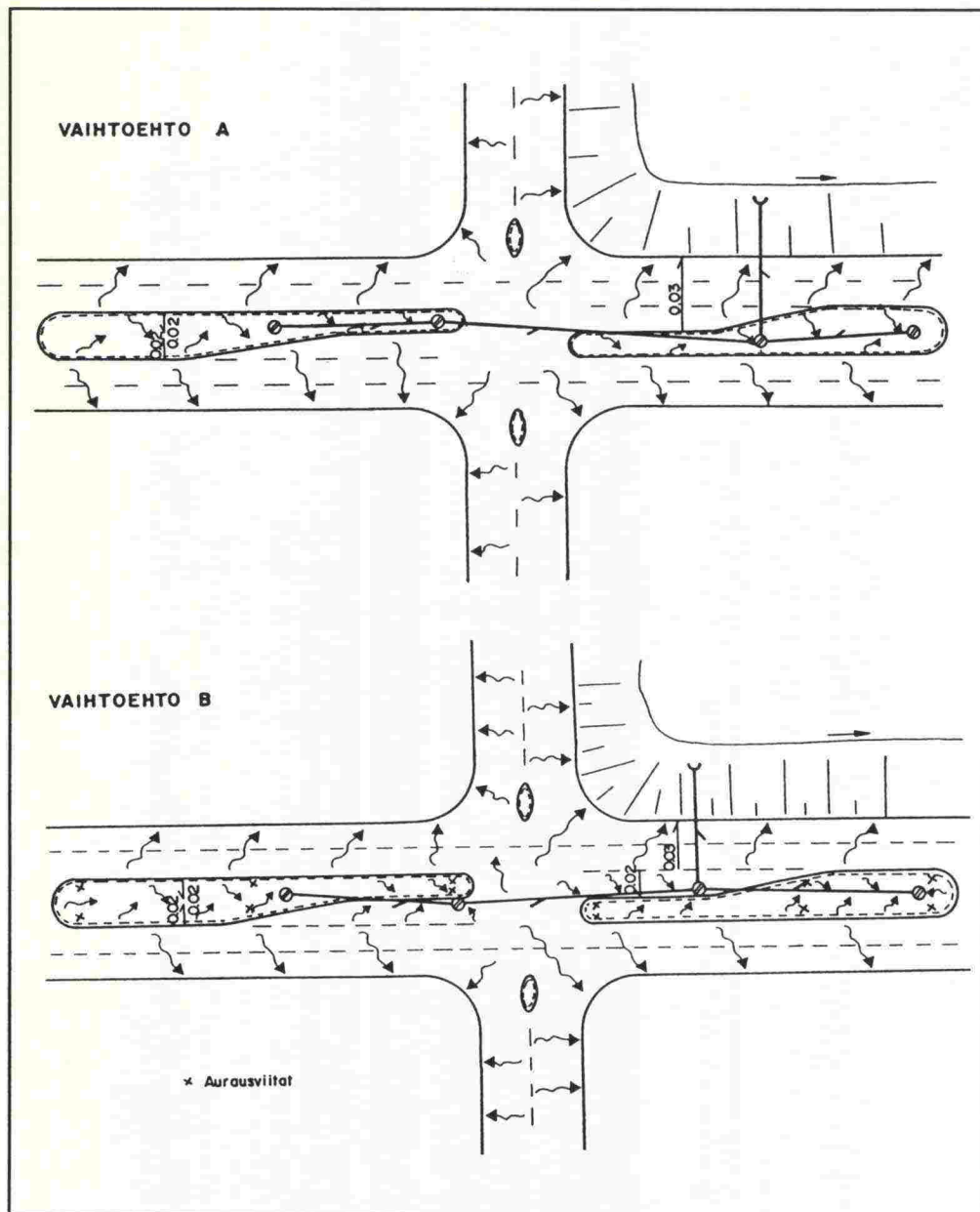
Liittymäalueen auras on hankalampaa kuin ajoratamaalauksin toteutetun kanavoinnin tapauksessa. Saarekkeiden lumitilat ovat kapeat varsinkin vasemmalle kääntyvien kaistan kohdalla. Saarekkeelle talven aikana kertynyt lumi sulaa ja jäätää ajorataa.

Saarekkeilta tulisi poistaa lunta ainakin kerran talvessa, onhan lumitila yleensä korkeintaan välttävää luokkaa. Sateisina talvina on lunta kuljetettava pois useamminkin. Keväisin sulamiskauden alkaessa voisi lumen poistaa esimerkiksi harjaamalla.

Kuvassa 7.21-1 on esitetty rakennemalleja sulamisvesien tehokkaaseen poisjohtamiseen liittymäalueelta.

Vaihtoehdossa A on periaatteena kerätä vedet saarekkeen keskilinjalla sijaitsevaan taitteeseen (kouruun), josta edelleen hulevesiviemäriissä tien sivuojaan. Ratkaisu soveltuu saarekkeille, joiden leveys on kapeimmiltakin osin noin 2 metriä.

Vaihtoehdossa B on ajatuksena johtaa sulamisvedet saarekkeen ja ajoradan yhtymäkohtaan muodostuvaa taitetta pitkin hulevesikaivoihin ja edelleen viemäriissä tien sivuojaan. Kääntymiskaistan osuudella saarekkeen sivukaltevuus on yksipuolinen. Ratkaisu soveltuisi varsinkin kapeille (leveys n. 1 metri) saarekkeille.



Kuva 7.21-1. Saarekkein varustetun liittymän sulamisvesien poisjohtaminen.

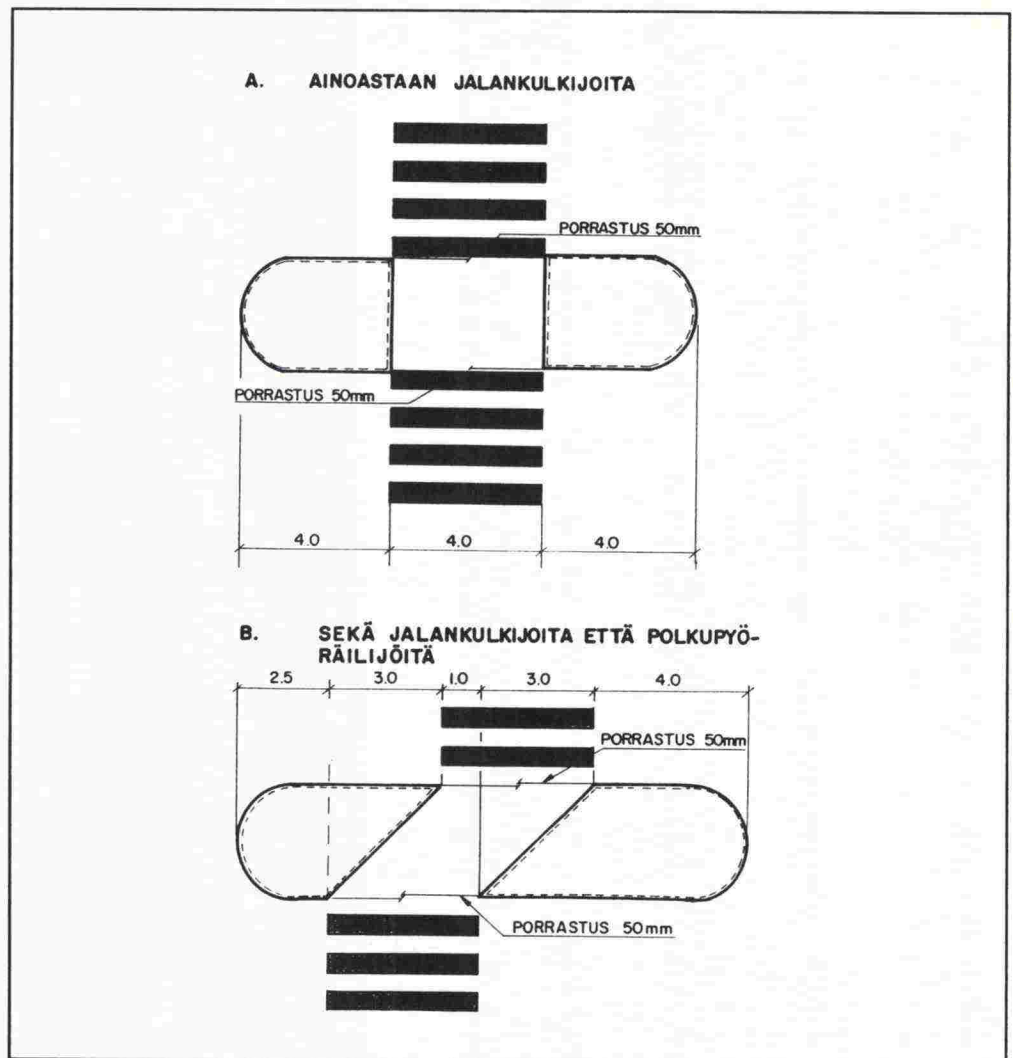
Saarekkeiden merkintää olisi tehostettava aurausta varten. Merkeiksi soveltuisivat heijastinpaalut ja auraviihtat. Viitat voitaisiin kiinnittää solumuovipaloihin, joista ne olisivat helposti poistettavissa kesäajaksi. Merkkien sijoituskohdat on esitetty rastilla kuvassa 7.21-1.

7.22 Sivusuunnan saareke

Yksittäiset reunatukiosuudet hankaloittavat lumenpoistoa. Tuet irtoavat tai vahingoittuvat auran iskuista, ja kalusto särkyy helposti.

Liittymän sivusuunnan saarekkeen vaurioita voitaisiin vähentää porrastamalla saarekkeen puoliskot kuvan 7.22-1 mukaisesti. Porrastuksen suuruus voisi olla 50 - 100 mm.

Tapaus A soveltuisi kohtiin, joissa risteävä kevytliikenne on pääosin jalankulkijoista ja B tapaus kohtiin, joissa huomattava osa kevytliikenteestä on polkupyöräilijöitä. Viisto osuus ylityksessä hidastaa pyöräilijöiden nopeuksia ja tehostaa oikealta lähestyvien ajoneuvojen havainnointia.

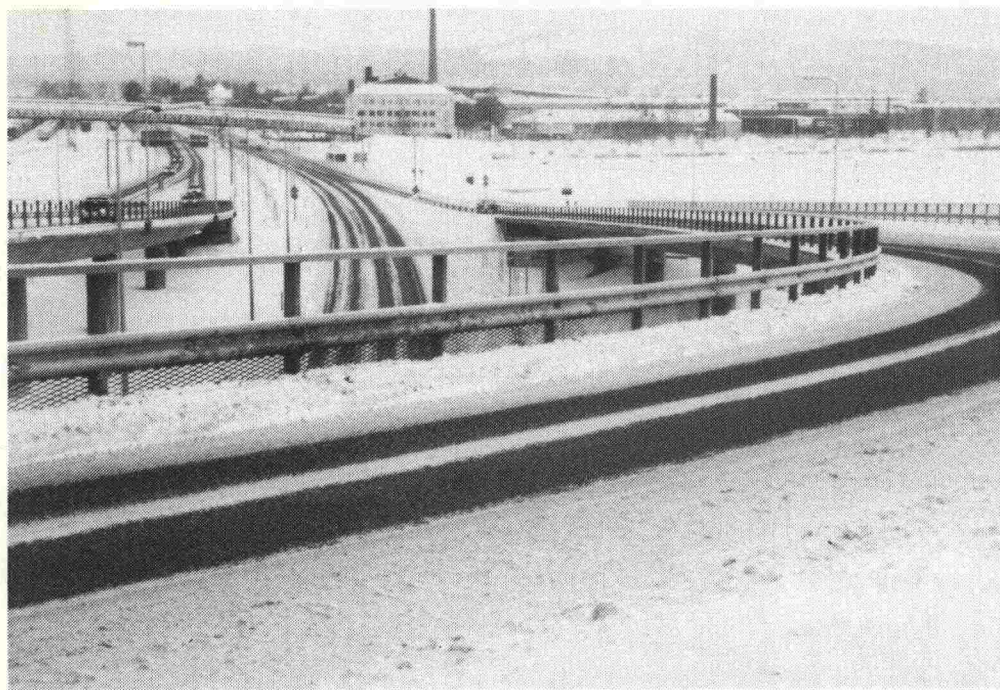


Kuva 7.22-1. Hyvä saarekeratkaisu auran kannalta.

7.3 Risteyssillat ja alikulkukäytävät

Yksi mahdollisuus estää lumen putoaminen risteys sillalta alas on kiinnittää sillan kaiteisiin levyt tai verkot. Verkon silmäkoon tulisi olla alle 20 mm. Sopiva materiaali on esimerkiksi teräslankaverkko, minkä saisi suhteellisen helposti hitsatuksi kaiteeseen.

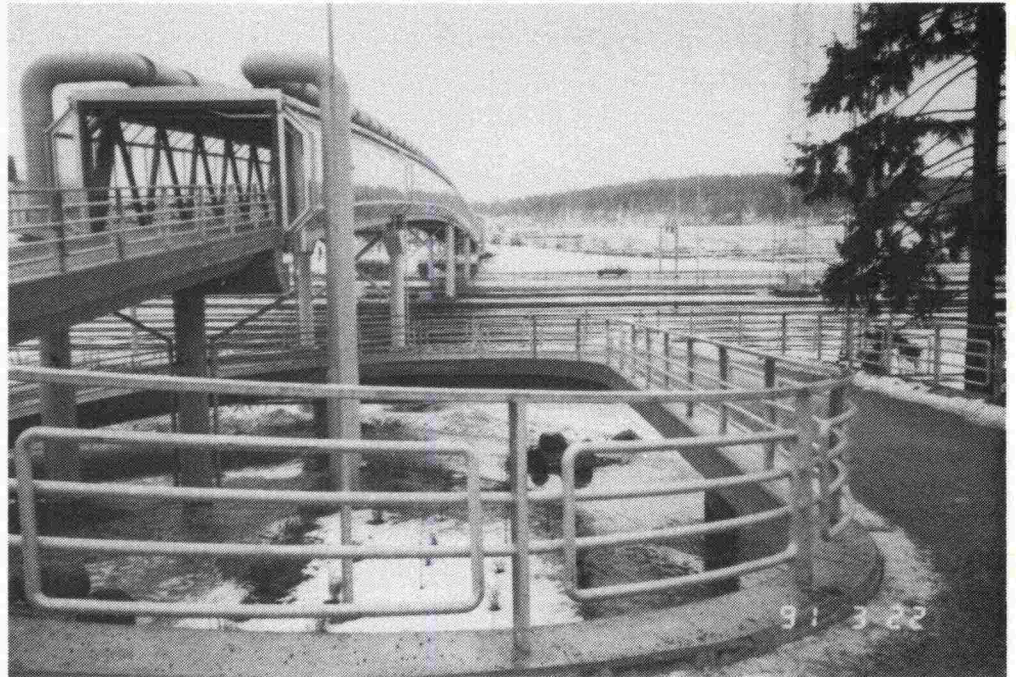
Kuvassa 7.3-1 on esimerkki verkkoratkaisusta Jyväskylän rantaväylältä. Rakenne estää lumipaakkujen putoamisen liikenteen päälle.



Kuva 7.3-1. Lumen putoamisen estävä verkko risteys sillalla.

Toinen keino on rakentaa ylikulkukäytävä ylikulkusillan sijaan. Katettu osuus voisi rajoittua alla olevan ajoradan pientareesta pientareeseen.

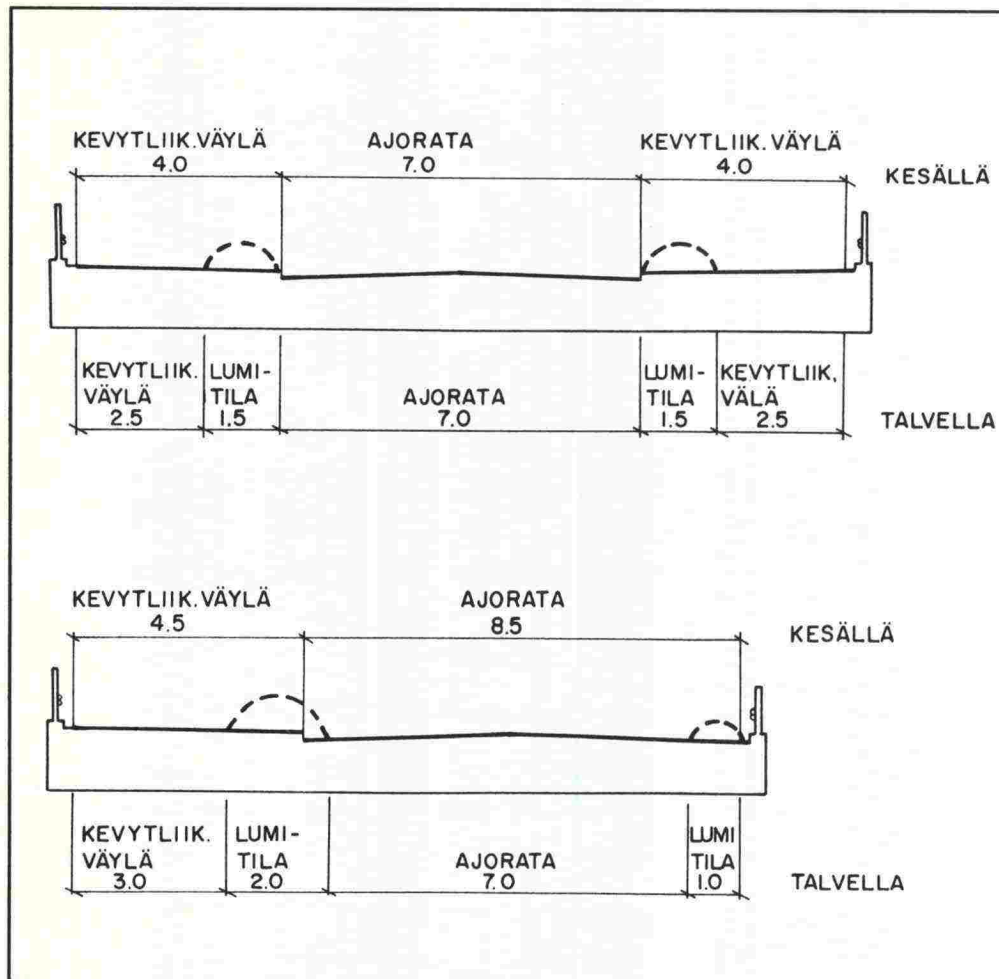
Kevytliikenteelle on rakennettu jonkin verran ylikulkukäytäviä. Ratkaisut ovat hyviä, koska talvikunnossapitoa ei tarvita. Kuva 7.3-2 esittää Lutakon ylikulkukäytävää Jyväskylän rantaväylällä.



Kuva 7.3-2. Kevytliikenteen ylikulkukäytävä.

Risteyssilta pitäisi suunnitella niin leveäksi, että lumitila täyttäisi välttävän lumitilan vaatimukset ja useamman sateen aurauslumi sopisi sillalle. Vähimmäisvaatimuksena on tilapäinen lumitila.

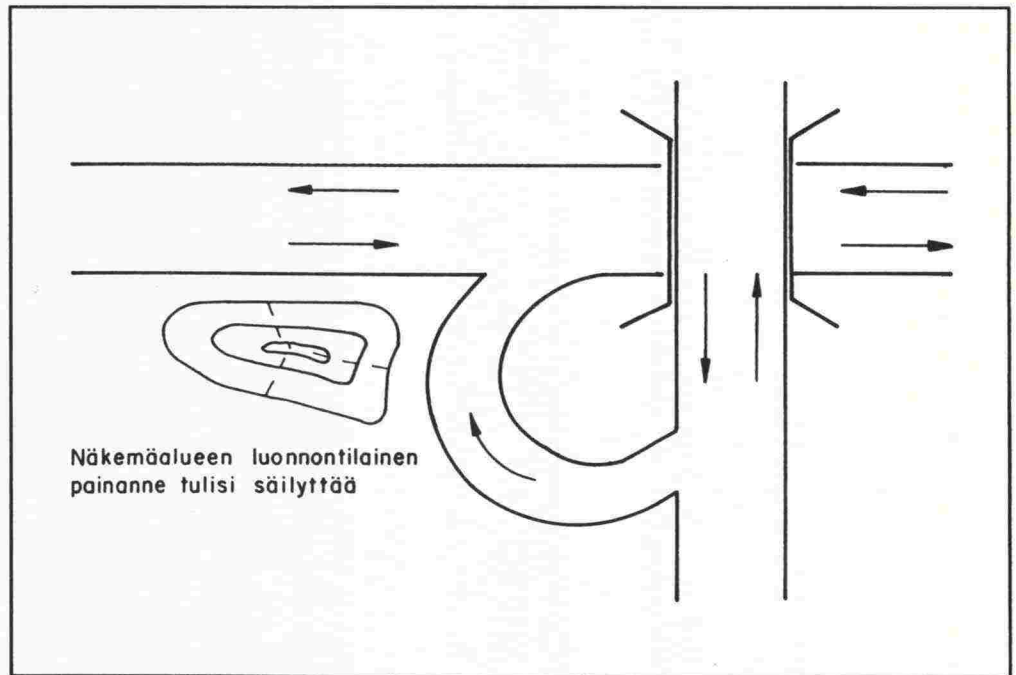
Kuvassa 7.3-3 on esimerkkejä risteyssillan leveysmitoituksesta. Liikenteilän kaventamisesta talven ajaksi ei liene haittaa, ovathan liikennemäärät talvella pienempiä kuin kesällä. Pyöräilijöitä on huomattavasti vähemmän kuin kesällä.



Kuva 7.3-3. Esimerkki risteyssillan leveyden mitoittamisesta talvikunnossapito huomioiden.

Risteyssiltojen pintavesi- ja tippuputkien paikat tulisi valita niin, että ne eivät sijoittuisi ajoradan yläpuolelle. Jääpuikkoja ei kuitenkaan aina muisteta poistaa.

Eritasoliittymien tasonvaihtoramppien näkemäalueilta joudutaan joskus poistamaan lunta. Kohtien muotoiluun on kiinnitettävä huomiota jo suunnitteluvaiheessa: Luonnontilainen painanne toimii hyvin lumen varastotilana, kuva 7.3-4.

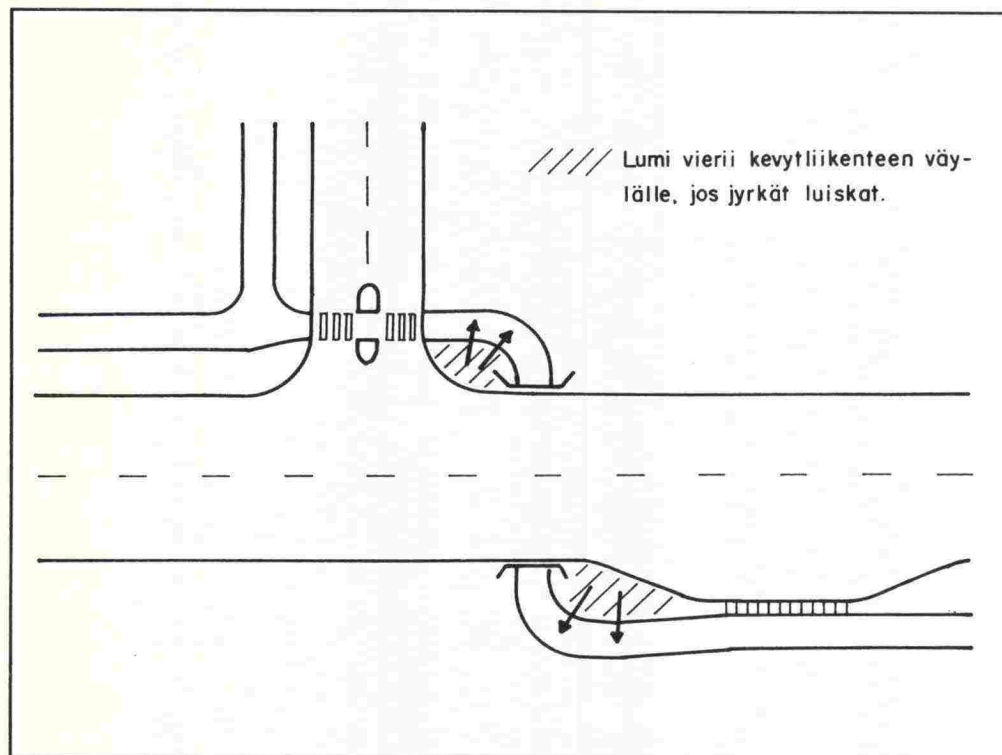


Kuva 7.3-4.

Ramppiliittymän luonnontilainen lumen varastotila.

Jos kevytliikenteen alikulkukäytävä sijoitetaan kovin lähelle liittymäaluetta, voivat luiskat tulla niin jyrkiksi, että aurauslumi vierii väylälle.

Luiskat tulisi tehdä riittävän loiviksi. Toinen keino on sitoa lunta sopivilla istutuksilla unohtamatta kuitenkin alikulkukäytävän näkemävaatimuksia. Kuva 7.3-5 valaisee tilannetta.



Kuva 7.3-5. Huonot lumen varastotilat alikulkukäytävän yhteydessä.

Kevytliikenteen alikulkukäytävän korkeusvaatimus talvikunnossapidon kannalta määräytyy kahdesta seikasta: On otettava huomioon aurauskaluston (kevytliikenteen väylillä yleensä traktori) ja lisälaitteiden (esim. varoitusvilkku) tilan tarve. Toisaalta on otettava huomioon mahdollinen jää- tai lumipolanne.

Traktorin korkeus on yleensä $\leq 2,8$ m, vilkun korkeus n. 0,2 m ja polanteen paksuus n. 0,1 - 0,2 m, joten päädytään lukemaan 3,2 m. Mikäli alikulkukäytävä on kovin leveä, saattaa olla perusteltua rakentaa korkeampikin aukko esteettisistä syistä.

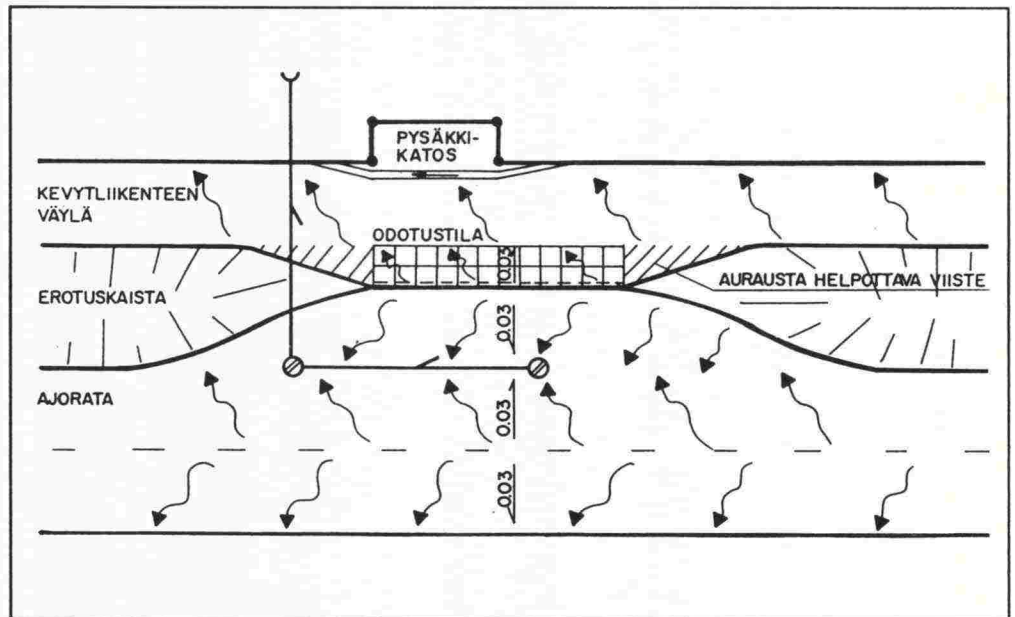
Alikulkukäytäviin johtavien kevytliikenteen väylien rajaamiseen käytetään joskus reunatukia. Aurauskalusto kolhiutuu reunatukiin ja varsinkin liimatut reunatuet irtoavat helposti. Yleensäkin yksittäisiä reunatukiosuuksia tulisi välttää.

7.4 Linja-autopysäkit

Pysäkkien viereinen erotuskaista on rakennettava leveäksi riittävän lumitilan varmistamiseksi ja näkemäestevallien välttämiseksi. Leveä erotuskaista mahdollistaa reilun pysäkkisyvennyksen ja odotustilan.

Odotustilan auraus helpottuu, kun kevytliikenteen väylältä rakennetaan viisteet siten, että aura pystyy vaivatta koukkaamaan odotustilan puhtaaksi.

Pysäkkikatos on syytä rakentaa kevytliikenteen väylän taakse, jotta odotustilan auraus ei hankaloituisi. Kuvan 7.4-1 talvikunnossapitoa helpottava ratkaisuluonnos toimii parhaiten kun ensin aurataan ajorata ja lopuksi kevytliikenteen väylä sekä odotustila.



Kuva 7.4-1. Talvikunnossapidon kannalta hyvä pysäkkiratkaisu.

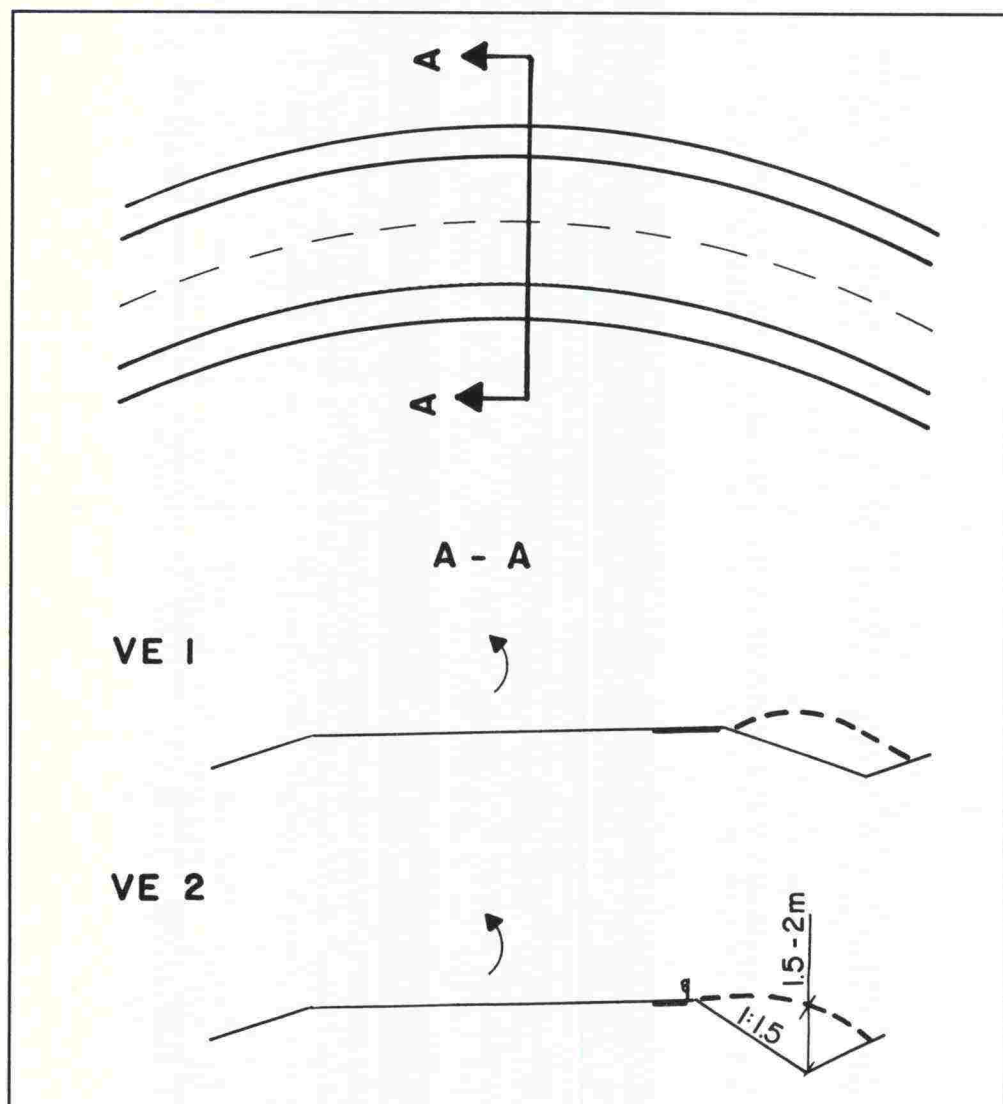
Kun kuvan 7.4-1 ratkaisu hoidetaan tehokkaasti, ei pysäkkialueelle jää juuri lunta tai jäätä. Sulamisvesien jääytymisestäään ei ole haittaa hyvän kuivatuksen ansiosta. Alue, missä linja-auto jarruttaa, pysyy tällaisella järjestelyllä sulana. Sade- ja sulamisvesien roiskumista ei esiinny haitallisessa määrin.

7.5 Tien ulkokaarre

Tien ulkokaarteessa saattaa auraslumen sulamisvesi jäätää ajorataa. Tilanteita esiintyy varsinkin kevätaamuina kaksiajorataisilla teillä, joilla on yli 1,5 m leveä ulkopiennar.

Leveästä pientareesta suurin osa on rakennettu ulospäin viettäväksi, jolloin tiehen syntyy aurauksen kannalta hankala taite. Taitteen ulkokaarten puoleiseen osaan kertyy lunta, joka saattaa "imaista" ajoneuvon ojaan, mikäli kuljettaja ajaa jostain syystä liian reunassa. Tällaisia suistumisia on sattunut esimerkiksi Vaajakosken moottoritiellä.

Kuvassa 7.5-1 on esitetty rakenneluonnoksia, joilla ulkopiennar saadaan aurattua puhtaammaksi.



Kuva 7.5-1. Tien ulkokaarten aurauksen tehostaminen.

Vaihtoehdossa 1 piennar rakennetaan samaan kaltevuuteen kuin ajorata, joten koko leveyden tehokas aeraus on mahdollista. Piennar on aurattava kauttaaltaan, jotta vältettäisiin sulamisvedet ja ulkokaarteeseen liukkaus.

Vaihtoehdossa 2 ulkopiennar rakennetaan kapeana (leveys alle 1,5 metriä) samaan kaltevuuteen kuin ajorata. Jos lisäksi tehdään jyrkkä luiska ja syvä oja (1,5 - 2 metriä), saadaan aerauslumelle hyvä varastotila, eikä sulamisvesiä kerry paljoa. Haittana jyrkkäluiskaisessa ratkaisussa on, että kaide kerää jonkin verran lunta.

Teoreettisesti voitaisiin ajatella, että ulkokaarteeseen rakennettaisiin kannellinen kouru, joka johtaisi mahdolliset sulamisvedet yksipuolisen sivukaltevuuden osuudelta pois. Kouru voisi sijaita ulkokaarteeseen ajo-kaistan ja pientareen rajalla, jolloin tien pituuskaltevuus koko kourun matkalla olisi riittävä. Kourulinjassa voisi olla vedenkeräyskaivoja, joista vedet johdettaisiin purkuputkia pitkin tien sivuojaan.

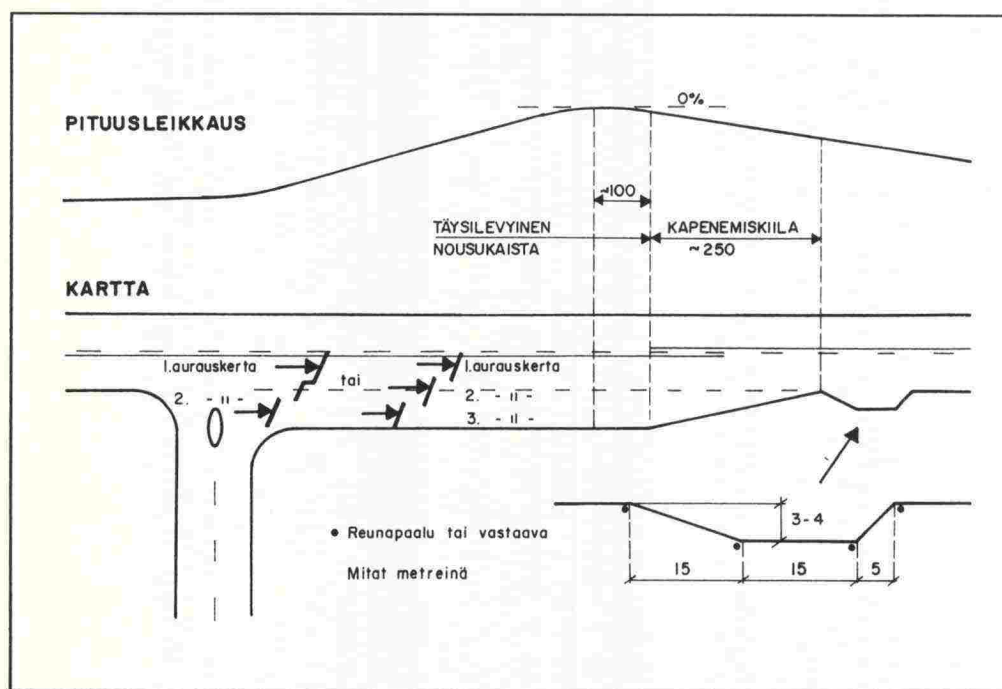
Viimeksi esitetylle ratkaisulle on olemassa kuitenkin käytännön esteitä: Kouru tuskin pysyisi puhtaana ja rakenne vaatisi tieltä suurehkon pituuskaltevuuden.

7.6 Nousukaista

Nousukaistojen aurauksessa on tullut esille ongelmia, kun ensin on raivattu ainoastaan nousukaista, minkä jälkeen aura-auto on jatkanut matkaansa.

Niinpä nopean, ohittavan liikenteen kaista on jäänyt puhdistamatta. Kun lumista kohtaa kuitenkin käytetään ohitukseen, syntyy vaaratilanteita. Seuraavalla kierroksella on taas aurattu tien keskilinjaa vierestä, jolloin lumi lentää nousukaistalle.

Kuvassa 7.6-1 on esitetty ratkaisuehdotus ongelmaan. Aura pystyy levennyksen ansiosta tekemään turvallisen U-käännöksen nousukaistan päätyttyä ja palaamaan toiselle (tai kolmannelle) aurasuorakselle. Aoraus aloitetaan keskiviivasta edeten ulospäin. Kuvassa on esitetty myös esimerkkimitoitus levikkeelle.



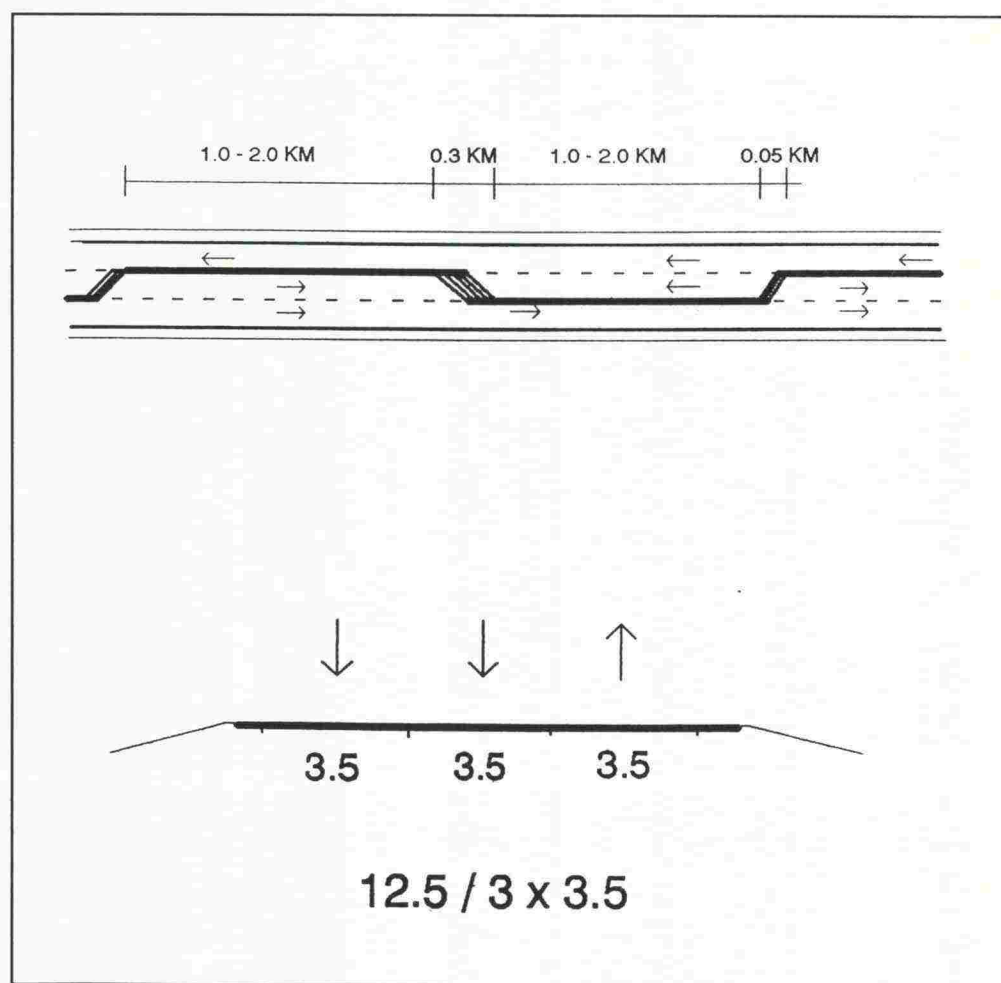
Kuva 7.6-1. Nousukaistan aurauksen tehostaminen (ei mittakaavassa).

Levennys sijoitetaan heti kapenemiskiilan päätekohtaan jälkeen ja merkitään esimerkiksi reunapaaluin. Aura-auto voi tarvittaessa pysähtyä levikkeelle ja tarkkailla liikennettä ennen käännöstä. Kääntöpaikka on muistettava puhdistaa jälkityönä.

Levityksen rakentaminen olisi perusteltua, ellei sopivaa auran kääntymisen mahdollistavaa tien kohtaa ole kohtuullisella noin kilometrin etäisyydellä nousukaistan loppumisen jälkeen.

7.7 Ohituskaistatie

Moottoriliikennetiet, joilla ajetaan yhteen suuntaan vuorotellen joko yhtä tai kahta kaistaa rinnakkain (ns. ohituskaistatie), ovat tulossa käytännön kokeiluun Suomessa. Ohituskaistatien periaatetta esittää kuva 7.7-1.



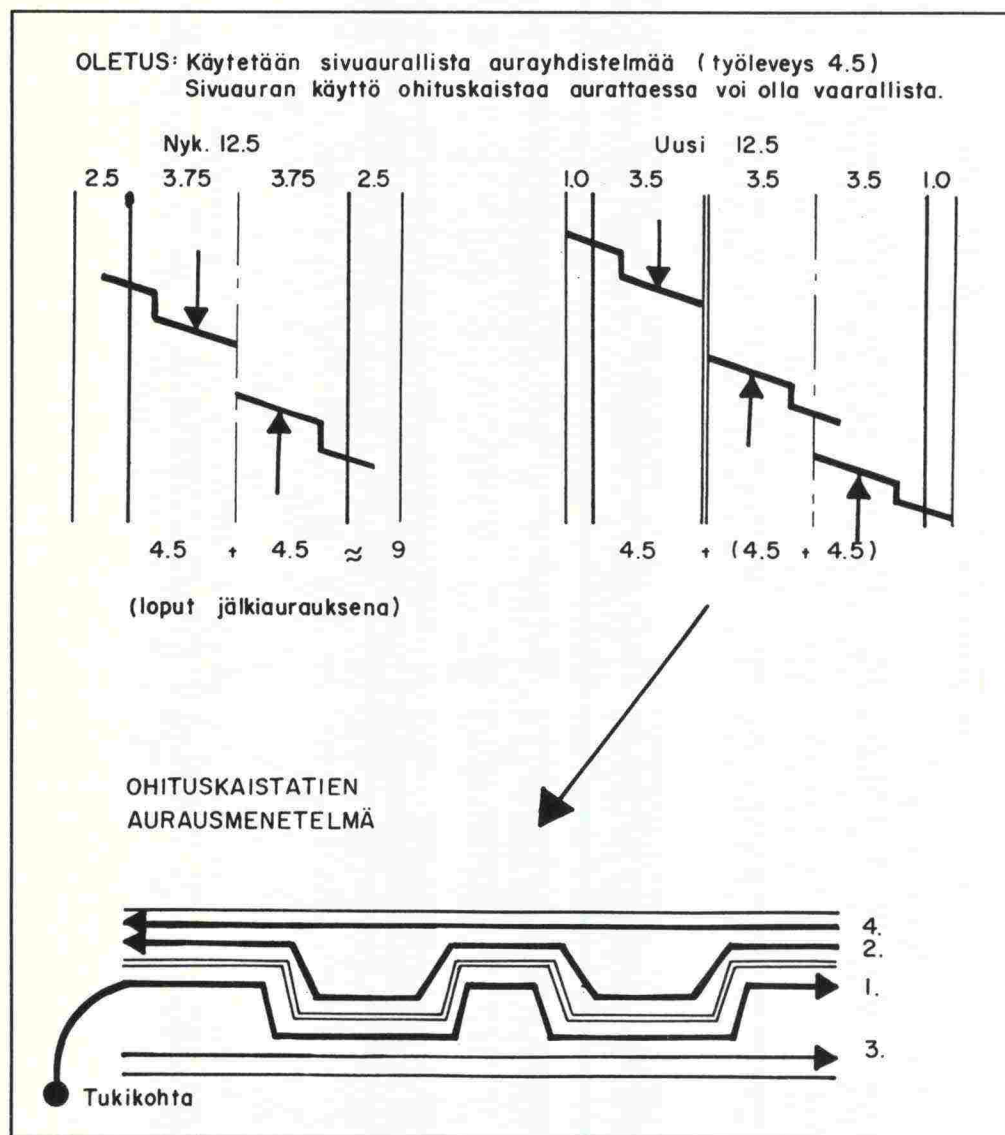
Kuva 7.7-1. Ohituskaistatien periaate.

Kohta, missä ajo muuttuu yksi- tai kaksikaistaiseksi suuntaansa, pyritään sijoittamaan koveraan taitteeseen ajoratamaalausten näkyyvyyden parantamiseksi. Vaihtokohtaan maalataan sulkualue. Tien reunaan sijoitetaan lisäksi kaistajärjestelyä koskevat taulut ja ohituskieltomerkit.

Seuraavassa esitetään arvio talvikunnossapitokustannusten nousulle kolmikaistaisilla teillä. Laskelma pohjautuu olettamuksille:

- käytetään sivuaurallista aurayhdistelmää (työleveys 4,5 m)
- aurattavan osuuden pituus on 20 km
- aura ei ylitä paljoa sulkuviivoja (korkeintaan 0,5 metriä)

Kuva 7.7-2 havainnollistaa auraustilannetta.



Kuva 7.7-2. Ohituskaistatien auraus.

Koska nykyisessä poikkileikkauksessa joudutaan suorittamaan jälki-auraus pientareiden osalta (tapahtuu harvemmin kuin varsinainen auraus) ja koska uudessa ratkaisussa joudutaan auraamaan kaksi kertaa suuntaansa, voidaan arvioida, että aurauskustannukset nousevat noin 1,5-kertaisiksi.

Suolausta on tehostettava, jotta kaksoissulkuviiva ja sulkualueet näkyisivät koko ajan. Liukkaudentorjunnan kustannukset nousevat arviolta 1,3-kertaisiksi.

Kun talvikunnossapitokustannukset nousevat avaruuden ja sohjonpoiston osalta 1,5-kertaisiksi (80 % koko talvikunnossapitokustannuksista) ja liukkaudentorjunnan osalta 1,3-kertaisiksi (20 % koko talvikunnossapitokustannuksista), voidaan talvikunnossapitokustannusten kokonaisnousuksi arvioida 45 - 50 % nykyiseen moottoriliikennetiejärjestelyyn verrattuna. Tiekilometrin vuotuiset hoitokustannukset kasvaisivat noin 3000 mk.

8 TULOSTEN TARKASTELUA

Hyvällä tai tyydyttävällä lumitilalla lumenpoistokustannuksia saadaan karsittua ja vältetään erikoistyön tuomia vaaratilanteita liikenteelle. Riittämätön mitoitus aiheuttaa kunnossapitäjälle pysyvän riesan vuosikymmeniksi.

Tien esisuunnitteluvaiheessa ratkaistaan, mihin laatutasoon lumitilojen osalta pyritään. Tämä työ antaa eväitä oikean lumitilaratkaisun löytämiseen. Laadittu hyvyysluokitus kertoo kriteerit kunnossapitäjän kannalta, mitoituskaavat on johdettu mahdollisimman selkeään muotoon.

Hyvään ja tyydyttävään lumitilaan sopii myös istutuksia, kunhan ne sietävät auraslunta. Välttävään ja tilapäiseen lumitilaan ei pitäisi yleensä istuttaa pensaita. Tilaratkaisu, johon sopii varastoon koko talven lumi, on hyvä liikenneturvallisuuden kannalta ja yleensä myös visuaalisesti onnistunut.

Metrin korkea melukaide aiheuttaa noin 20 000 markan lisäkustannukset kilometriä kohden talvessa. Meluseinän sijoittamisessa ja korkeuden valinnassa on oltava huolellinen, jotta lumenpoisto ei aiheuta kohtuuttomasti lisätyötä.

Reunatuella korotettujen saarekkeiden sulamisvedet tulisi johtaa tehokkaasti pois jääätämistilanteiden välttämiseksi.

Risteyssilta olisi rakennettava niin leveäksi, että sille mahtuisi muutama lumisateen auraslumi tilapäisesti varastoon. Lumen putoaminen alas ajoradalle on syytä estää esim. verkkoratkaisuilla.

Tien ulkokaarre on aurattava huolellisesti, jotta sulamisvesi ei jäädy ajoradalle. Sopivalla rakenteella voidaan helpottaa talvikunnossapitoa.

Nousukaista ja ohituskaista on aurattava samalla kertaa, jotta ohitukset eivät vaikeutuisi. Nousukaistan jälkeen aura-autolle on hyvä saada paikka, mistä voi turvallisesti palata rinnakkaiskaistan puhdistukseen.

Ohituskaistatien talvikunnossapitokustannukset ovat noin 1,5-kertaiset verrattuna moottoriliikennetiehen. Aursuskertoja ja suolausta on lisättävä.

Tässä on mainittu vain eräitä perusselvityksen antamia tuloksia. Tarkkaavainen lukija löytäneekin viljalti lisävinkkejä ja herätteitä suunnittelutyöhönsä.

9 LÄHDELUETTELO

- /1/ Tietoa yleisistä teistä 1.1.1989, TVH.
- /2/ Tierekisteri, Tiehallitus 1990.
- /3/ Yleisten teiden kunnossapitotilasto 1988.
- /4/ Tieliikenteen ajokustannukset 1989, TVH 1989.
- /5/ Keskikaista
Selvitys keskikaistan mitoitusperusteista, TVH 1988.
- /6/ Meluseinät
Rakennetekniset laatuvaatimukset, Tielaitos 1990.
- /7/ Argus, gatuutformning, 1987.
- /8/ Kanadan tienormit.
- /9/ Saarelainen, S. & Kivikoski, H., Kinostumisen torjunta
tien tasauksen ja muotoilun avulla. VTT:n tiedote 1096,
Espoo 1990.
- /10/ Ilmatieteen laitos. Tilastoja.
- /11/ Snow removal and ice control research, special report
185.
Transportation research board, Washington, D.C. 1979.
- /12/ Ahlbrecht, Croce, Kohler
Handbuch für den strassenwinterdienst.
Kirschbaum verlag, Bonn - Bad Godesberg, 1978.
- /13/ Tiensuunnittelun infolehti nro 6/1982, TVH.
- /14/ Teiden talvihoito, osa I. Tavoitteet, toimenpiteet, Tiehalli-
tus 1986.
- /15/ Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapito,
SITRA 1985.
- /16/ Lumiaurojen vertailututkimus. Pudasjärvi, TVH 1984.
- /17/ Liikennevakuutusyhdistyksen tietoja.
- /18/ Keskustelut apul.puistopäällikkö Petteri Jarnilan kans-
sa.

10 LIITTEET

1. Keskimääräiset alimmat/ylimmät lumensyvyudet (cm)
1961 - 1980
2. Joidenkin puiden ja pensaiden sopivuus eri lumivyöhykkeille
3. Melukaidekokeilu Nokian moottoritiellä, tyyppipoikkileikkaukset

KESKIMÄÄRÄISET ALIMMAT/YLIIMMÄT LUMENSYVYYDET (cm)
1961 - 1980

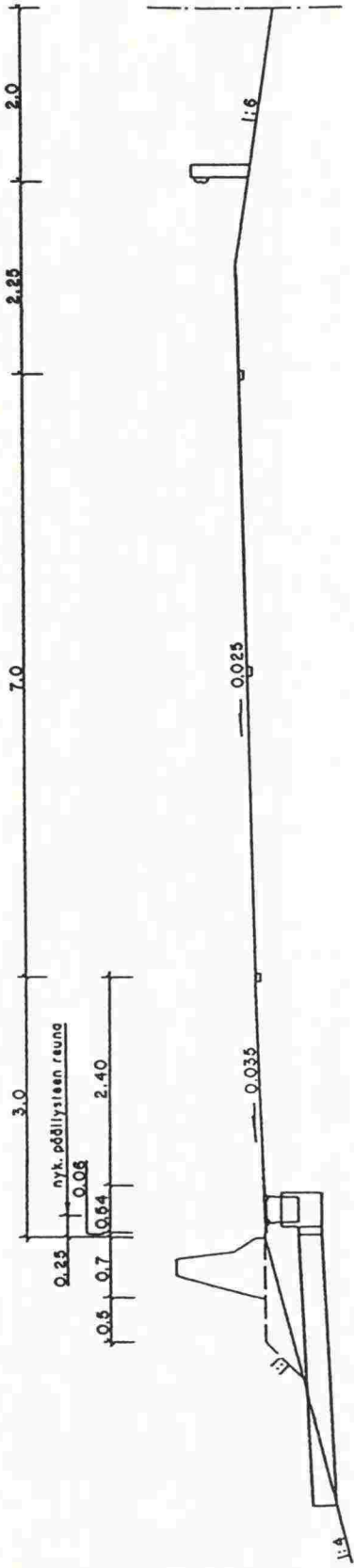
Havainto- asema	Keskimääräiset		alimmat/yliimmät		lumensyvyudet		kuukausittain:	
	I	II	III	IV	V	X	XI	XII
Maarianhamina	4/21	12/27	6/24	0/9		-/2	-/9	1/13
Russarö	3/13	9/19	10/21	-/13		-/1	-/3	0/8
Helsinki-Vantaa	13/33	26/45	23/45	0/27		-/2	-/12	3/24
Katajaluoto	4/13	9/22	11/24	0/13			-/5	0/9
Rankki	6/21	19/34	21/33	1/25	-/1	-/1	-/7	1/16
Pori	9/26	19/35	11/33	-/13	-/1	-/2	-/12	1/17
Kuuskajaskari	8/25	22/34	19/35	0/22			-/6	1/16
Turku	13/33	23/40	15/40	0/21		-/3	-/10	3/22
Jokioinen	13/32	27/41	29/45	2/36	-/3	-/3	0/12	4/19
Tampere	12/33	24/39	18/42	0/22	-/1	-/1	-/12	3/21
Lahti	18/38	33/49	32/52	1/35	-/1	-/3	0/14	5/26
Lappeenranta	20/43	37/54	33/58	-/38		-/5	1/16	6/32
Niinisalo	21/41	38/55	39/59	3/48	-/3	-/3	1/17	7/27
Jyväskylä	23/43	39/54	39/59	3/48	-/3	-/5	1/16	11/32
Vaasa	14/33	26/42	18/39	-/23		-/3	-/15	3/26
Valassaaret	12/27	26/35	29/38	10/34	-/9		-/9	4/17
Kauhava	13/28	25/37	19/37	0/23		-/2	0/13	4/20
Kuopio	25/44	41/58	41/61	3/48	-/3	-/4	1/18	11/32
Joensuu	32/53	49/68	51/71	9/60	-/9	-/6	1/19	13/40
Kruunupyy	20/38	32/47	24/48	-/30		-/4	1/19	7/31
Kajaani	32/50	49/64	52/70	15/59	-/13	-/4	1/20	15/37
Oulu	18/35	33/44	33/48	5/37	-/5	-/4	1/17	9/25
Kemi	33/56	57/75	66/82	19/73	-/18	-/6	3/23	15/38
Kuusamo	43/60	59/73	70/81	47/82	-/47	-/11	4/30	27/45
Rovaniemi	31/50	43/59	49/61	25/62	-/27	-/13	4/31	23/41
Sodankylä	43/63	60/74	69/81	53/81	-/54	-/14	6/31	27/47
Salla	40/57	56/69	65/76	45/77	-/45	-/12	4/27	26/43
Muonio	45/63	59/71	65/78	46/79	-/47	-/14	8/35	30/47
Ivalo	39/57	54/68	58/72	39/68	-/42	-/15	6/33	27/44
Utsjoki Kevo	42/60	55/67	61/73	51/72	1/53	-/15	8/33	27/45

JOIDENKIN PUIDEN JA PENSAIDEN SOPIVUUS ERI LUMIVYÖHYKKEILLE

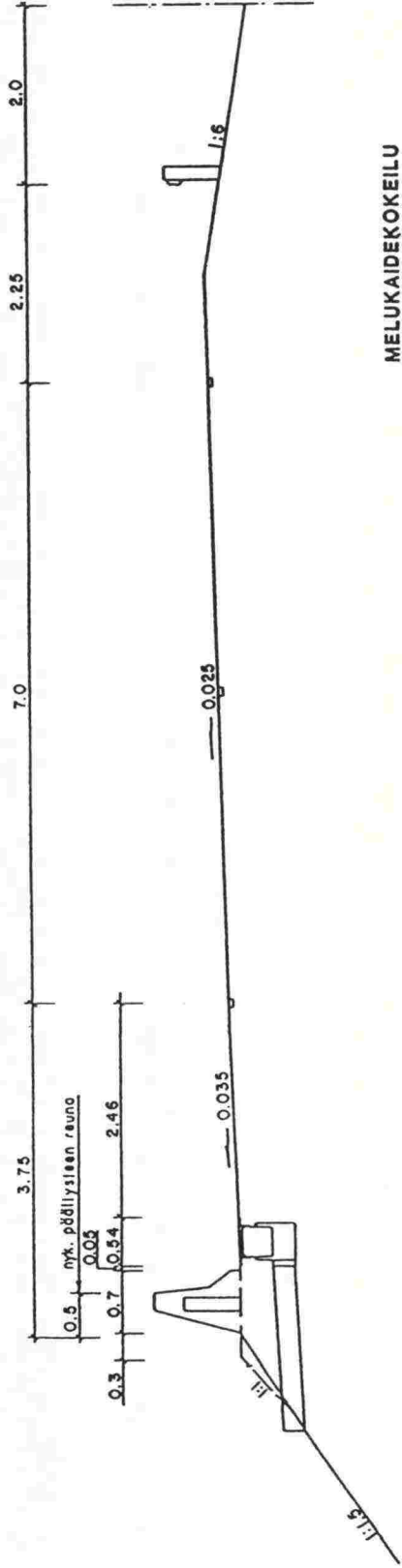
LAJI	LUMI- VYÖHYKE	SIJOTUS	AURAUSSLUMEN SIETOKYKY
PUUT			
Lehtipuut			
Metsävaahtera	I		
Harmaaleppä	I-(III)		
Rauduskoivu	I-III		
Kotipihlaja	I-III		
Puistolehmus	I	taajamiin	
Havupuut			
Serbiankuusi	I	taajamiin	
Mänty	I-III		
PENSAAT			
Lehtipensaat			
- matalat			
Ruusuangervo	(I)	taajamiin	hyvä
Punapaju	I-II	taajamiin	hyvä
- keskikorkeat			
Taikinamarja	I-III		
Kurttlehtiruusu	I-III	taajamiin	
Virpiangervo	I-III	taajamiin	huono
Kiiltotuhkapensas	I-II	taajamiin	
Kalliotuhkapensas	I-(III)	taajamiin	
Havupensaat			
Vuorimänty	I-III	luiskiin	
- korkeat			
Pihasyreeni	I-(III)	taajamiin	melko hyvä

MELUKAIDEKOKEILU NOKIAN MOOTTORITIellä

LOIVALUISKAINEN Penger



JYRKÄLÄISKAINEN Penger



MELUKAIDEKOKEILU
NOKIAN MOOTTORITIE

TYYPPIPOIKKILEIKKAUKSET

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 24/1991 Teiden kantavuusvaihtelut 1987-89. TIEL 3200023
- 25/1991 Tierakenteen kantavuusvaihtelu ja laskennalliset kantavuudet. TIEL 3200024
- 26/1991 Joukkoliikenne; Kirjallisuus selvitys ja -referaatit. TIEL 3200025
- 27/1991 Kauhavan taajamatien saneerauksen vaikutukset. TIEL 3200026
- 28/1991 Kuormausjärjestelyt teiden kunnossapidossa. TIEL 3200027
- 29/1991 Collisions with Road Structures and Appurtenances. TIEL 3200028E
- 30/1991 Tien hoitoajoneuvojen vahinkotutkimus. TIEL 3200029
- 31/1991 Polttoaineen hinnannousun vaikutus autonkäyttöön. TIEL 3200030
- 32/1991 Liikenneonnettomuuksien aikasarjaennuste vuodelle 1991. TIEL 3200031
- 33/1991 Hirvieläinonnettomuudet yleisillä teillä 1990. TIEL 3201921-91
- 34/1991 Hankasalmen ja Kauhavan taajamakuvatarkastelu. TIEL 3200032
- 35/1991 Tietullit ja kiinteät tienkäyttömaksut, optimaalinen maksujärjestelmä tieliikenne sektorille. TIEL 3200033
- 36/1991 Kansalaisten osallistuminen tiensuunnitteluun; Muurla-Lohjanharju vaihtoehtoselvityksen arviointi. TIEL 3200034
- 37/1991 Rautatien tasoristeysonnettomuudet yleisillä teillä 1990. TIEL 3201870-91
- 38/1991 Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1991. TIEL 3200008-91
- 39/1991 Mittausautomaation hyödyntäminen maarakennuskoneiden ohjauksessa. TIEL 3200035
- 40/1991 Ramppiohjausselvitys. TIEL 3200036
- 41/1991 Ramps Metering Review. TIEL 3200037E
- 42/1991 Kuorma-autojen vaikutuksesta muuhun liikenteeseen. TIEL 3200038
- 43/1991 Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus tieliikenteen vaikutusten arviointiin. TIEL 3200039
- 44/1991 Nauvo-Parainen kiinteä tieyhteys: hyvinvointivaikutusten arviointi. TIEL 3200040
- 45/1991 Levähdysalueet ja levähdysalueiden kalusteet. TIEL 3200041
- 46/1991 Tiehöylän karheenlevittimien vertailu. TIEL 3200042
- 47/1991 Lautassirottimien vertailu. TIEL 3200043
- 48/1991 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 3200044
- 49/1991 Projektinjohtokäytäntö ja -mahdollisuudet laajoissa tiensuunnitteluhankkeissa. TIEL 3200045